DVB-H e SH Mobile TV

Serie di articoli, pubblicati in più numeri di Elettronica e Telecomunicazioni, trattano e approfondiscono una singola tematica. Lo scopo dell'iniziativa **LeMiniSerie** è di raccogliere tali articoli, con una veste tipografica unitaria che ne faciliti la consultazione e apportando correzioni e aggiornamenti ritenuti opportuni.

Questo è il nono volume.

"DVB - Mobile TV" raccoglie 7 articoli pubblicati da dicembre 2005 ad agosto 2009.

LeMiniSerie sono una iniziativa del
Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della
www.crit.rai.it

In copertina:
Immagine del programma Rai Melevisione su schermo di uno smartphone

DVB - Mobile TV

La presenza di cellulari e smartphone è diventata ormai pervasiva, con un significativo numero di modelli che integrano funzionalità di ricezione broadcast. La possibilità di avere sul proprio cellulare programmi televisivi rappresenta quindi un'opportunità per la televisione di domani. Il Centro Ricerche Rai segue e promuove l'evoluzione di standard che abilitino servizi televisivi mobili, e crea servizi prototipali per DVB-H e DVB-SH

Il protocollo DVB-H è stato il primo protocollo DVB specificamente progettato per la fruizione della televisione su terminali mobili. DVB-H è stato creato per ricevere il segnale televisivo digitale in modo ottimale in mobilità: per strada, in auto, in treno. Video e audio sono codificati utilizzando protocolli di ultima generazione (AVC per il video, AAC+ per l'audio). Il consumo di energia è limitato utilizzando la tecnica del time-slicing (le informazioni vengono trasmesse in brevi intervalli ad alta velocità, dando la possibilità al ricevitore di spegnersi). DVB-H consente inoltre la trasmissione di informazioni dettagliate sui programmi (Guida Elettronica ai Servizi) e di dati (immagini, pagine web), migliorando l'esperienza di fruizione.

Il DVB-SH è una soluzione completa, a tecnica ibrida di trasmissione, satellite e terrestre, per la radiodiffusione indirizzata alla Mobile TV.

La Mobile TV è già stata integrata sull'esistente infrastruttura della telefonia cellulare con una modalità di fruizione di tipo punto a punto (unicast). Questa modalità di fruizione di mobile TV non è tuttavia affatto ottimizzata se, nel contesto di una rete cellulare progettata per il servizio mobile, si vuol fornire lo stesso contenuto contemporaneamente a molti utenti.

Per rendere possibile l'accesso contemporaneo si è quindi pensato di sovrapporre una rete di radiodiffusione broadcast alla rete cellulare, con funzione complementare alla rete di distribuzione punto punto.

Tuttavia l'implementazione di una rete per la mobile TV con copertura nazionale richiede tempi lunghi e notevoli risorse tecniche ed economiche.

In questo scenario la trasmissione da satellite è una sicura alternativa per la copertura totale del territorio in quelle zone prive di ostacoli fisici come case, vegetazione, ...; per gli altri ambienti, quali le zone urbanizzate più o meno densamente e le valli particolarmente strette, ove la rete satellitare non sempre disponibile, la copertura effettuata con una rete di radiodiffusione broadcast di terra rimane la scelta più appropriata.

Le alte prestazioni del sistema DVB-SH sono in grado superare i limiti dovuti agli specifici e forti vincoli di una copertura satellitare, ottenendo così una forte continuità del servizio del tutto uguale (se non migliore) alla soluzione "solo rete terrestre".

Torino, dicembre 2012

Indice degli Articoli

INDICE

Acronimi e sigle

AAC	Advanced Audio Coding
AVC o H.264	Advanced Video Coding
BD	Blu-ray Disc (www.blu-raydisc.com)
BER	Bit Error Rate
BTFTP	Broadcast Trivial File Transfer Protocol
CBMS	Convergence of Broadcast and Mobile Services
C/N	Carrier/Noise
DLP	Digital Light Processing
DTT	Digital Terrestrial Television
DVB	Digital Video Broadcasting, (www.dvb.org)
DVB-H	Digital Video Broadcast to Handheld
DVB-SH	Digital Video Broadcast to Satellite Handheld
DVB-T	Digital Video Broadcast Terrestrial
EICTA	European Industry Association for Information Systems, Communication Technologies and Consumer Electronics (www.eicta.org)
END	Equivalent Noise Degradation
EPG	Electronic Program(me) Guide
ESG	Electronic Service Guide
ERP	Effective Radiated Power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (www.etsi.org)
FLUTE	File Delivery over Unidirectional Transport Protocol
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
HD-DVD	High Definition (o High Density) - Digital Versatile Disk (www.dvdforum.org)
HD-SDI	High Definition - Serial Digital Interface
HDTV	High Definition TeleVision
IBC	International Telecomminication Union (www.itu.org)
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecomminication Union (www.itu.org)
LCD TFT	Liquid Crystal Display Thin FilmTransistor
LFE	Low Frequency Effects

MATV	Master Antenna TV
MBMS	Multimedia Broadcast Multicast Services
MJPEG	Motion JPEG
MPEG	Motion Picture Expert Group: gruppo di lavoro congiunto ISO/IEC
MPEG-2	standard ISO/IEC 13818
MPEG-4	standard ISO/IEC 14496
MSS	Mobile Satellite Service
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OMA-BCAST	Open Mobile Alliance - Mobile Broadcast Services Enabler Suite
PCM	Pulse Code Modulation
PDP	Plasma Display Panel
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
QCIF	Quartr Common Interchange Format
QVGA	Quarter VGA
RTP	Real Time Transport Protocol
SAW	Surface Acoustic Wave
SDI	Serial Digital Interface
SDTV	Standard Definition TeleVision
SFN	Single Frequency Network
SGF	Small Gap Filler
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers (www.smpte.org)
SNR	Signal to Noise Ratio
SFN	Single Frequency Network
STB	Set-Top-Box
TM-CBMS	Technical Module - Convergence of Broadcast and Mobile Services
TOBO	Torino Olympic Broadcasting Organisation
UHF	Ultra High Frequency
UGC	User Generated Contents
VOD	Video On Demand
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VMS	Video Measurement Set
VSNR	Video Signal to Noise Ratio

Il sistema DVB-H per la TV Mobile

ing. Andrea **Bertella**,
ing. Paolo **Casagranda**,
ing. Davide **Milanesio**,
p.i. Mirto **Tabone**

Rai
Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

Sommario
La tecnologia DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handheld*) permetterà la ricezione di immagini televisive su terminali portatili, utilizzando una rete broadcast, superando le problematiche, principalmente legate al costo della rete, insite nell'utilizzo di reti cellulari per la TV mobile. L'articolo descrive nei dettagli il sistema DVB-H, rivolto a terminali dotati di piccolo display e con funzionalità condivise con altre applicazioni, evidenziandone le peculiarità e i miglioramenti introdotti rispetto al DVB-T, in particolare in termini di protezione dei dati trasmessi e di durata della batteria. È inoltre riportata una panoramica sulle tipologie previste di terminali DVB-H e sullo stato di avanzamento della standardizzazione, anche grazie ai progetti di sperimentazione attualmente in corso, in cui il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai è attivamente coinvolto.

1. Introduzione

Il rapidissimo sviluppo della telefonia mobile e dei sistemi diffusivi digitali ha dato impulso alla creazione di nuovi standard tecnologici che rendono possibile vedere programmi televisivi su apparati portatili in movimento: i luoghi in cui possiamo fruire di servizi televisivi non sono più limitati ai luoghi "tradizionali" in cui si trova il ricevitore, tipicamente in casa, ma si allargano, consentendo la visione delle immagini televisive ovunque l'utente si trovi.

Negli ultimi anni diverse tecnologie, con alterne fortune, si sono candidate per essere utilizzate per la trasmissione di immagini verso ricevitori portatili in movimento:

- GPRS (*General Packet Radio Service*): il bit rate disponibile varia all'incirca fra i 30 e i 50 kbps, che non garantiscono

una qualità accettabile anche su schermi di piccolissima dimensione (telefoni cellulari).

- UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*): il bit rate disponibile varia fra i 100 e i 300 kbps, che permette di ottenere una qualità buona o accettabile perlomeno su schermi di piccola dimensione. Più recentemente il consorzio 3GPP ha creato lo standard *Multimedia Broadcast/Multicast Services* (MBMS [1]), che però è ancora lontano dal mercato.
- DAB (*Digital Audio Broadcasting*): è stato ideato per le trasmissioni radiofoniche; il DMB (*Digital Multimedia Broadcasting*) permetterebbe di utilizzare canali DAB per il trasporto di segnali video, con prestazioni paragonabili a quelle del DVB-H sebbene con minore libertà di configurazione del servizio. In ogni caso questa tecnologia, a molti anni dalla sua nascita, non ha ancora avuto un grande successo di mercato.
- DVB-T (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*) [2]: è stato ideato per la ricezione fissa benché utilizzando le modulazioni più robuste è possibile ottenere la ricezione mobile.

Nota 1 - Attualmente lo standard 3GPP MBMS (*Multicast Broadcast Multimedia Services*) [1], ancora in fase di evoluzione, non è ancora utilizzato in servizi commerciali

Alcuni operatori GSM e UMTS stanno già proponendo servizi televisivi sul cellulare. Il problema consiste nel fatto che per veicolare programmi radiofonici e televisivi, le reti cellulari, in cui allo stato attuale lo stesso segnale deve essere replicato per il numero di utenti interessati, costano 10-100 volte di più delle reti broadcast ad elevata potenza e copertura. Il bit-rate richiesto è al momento all'incirca proporzionale al numero di richieste[Nota 1], poiché lo streaming si appoggia su un'architettura che è ancora punto-punto.

2. Lo standard DVB-H

Il DVB-H è il più recente protocollo definito dal consorzio Digital Video Broadcasting (DVB). Inizialmente nato come DVB-M (*Mobile*), successivamente rinominato DVB-X e quindi DVB-H (acronimo di *Digital Video Broadcasting to Handheld*, per sottolineare che si tratta di servizi rivolti non soltanto ad apparecchi installati in auto, ma più genericamente a terminali portatili “che stanno in una mano”), questo sistema si rivolge alla distribuzione di servizi multimediali a terminali mobili in modalità multicast e broadcast.

Il sistema DVB-H è stato sviluppato dal gruppo ad hoc TM-H del *Technical Module* DVB, e presieduto da Nokia. Attualmente con DVB-H si intende sia la parte propriamente trasmissiva della specifica sia l'architettura e i protocolli di *IP Datacast* in via di definizione da parte del gruppo TM-CBMS. Il protocollo DVB-H in realtà non è uno standard a sé stante, alternativo agli altri presentati in precedenza (DVB-S, DVB-C e DVB-T), ma è stato pensato come un'evoluzione del sistema DVB-T, con cui condivide la gamma di frequenze, aggiungendovi quelle funzionalità necessarie per garantire maggiore robustezza nella ricezione in movimento, un minor consumo delle batterie e una maggiore sinergia con il mondo Internet. È quindi stato garantito che, almeno per un certo numero di possibili configurazioni, sia possibile la coesistenza tra servizi DVB-T e DVB-H nello stesso canale a radiofrequenza.

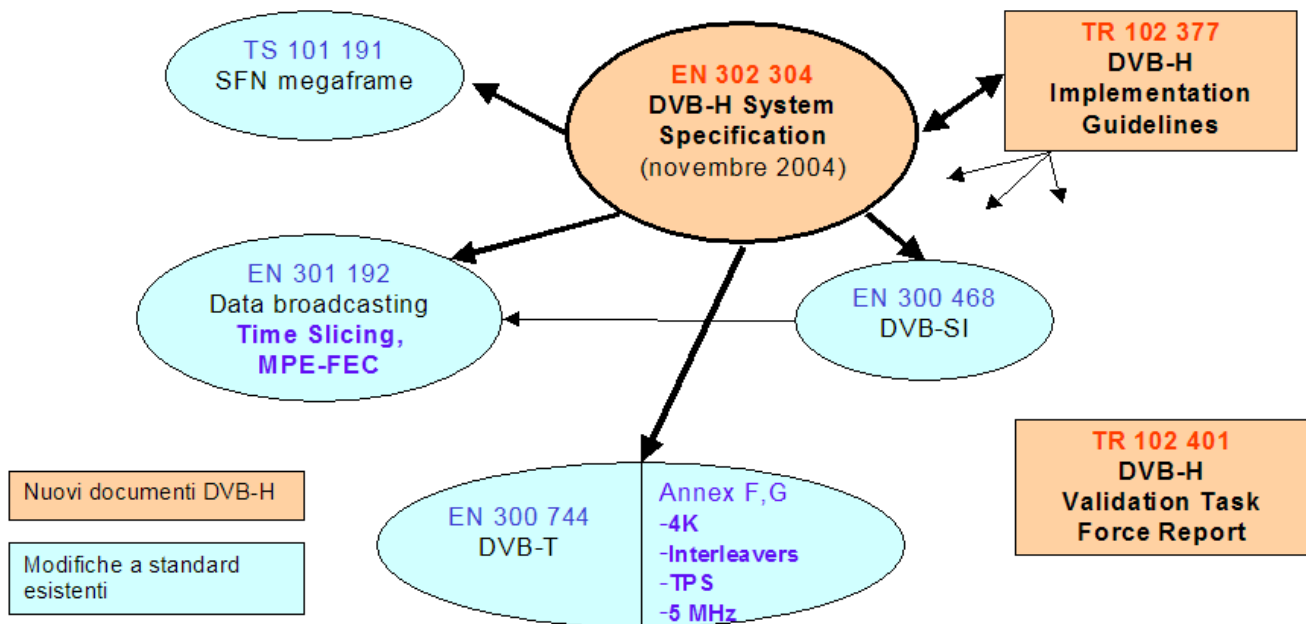



Fig. 1 - Lo standard DVB-H (senza la parte di IP Datacast)

Lo standard, approvato e pubblicato nel novembre 2004, è infatti costituito da un solo nuovo breve documento e dalla modifica di un certo numero di altri documenti DVB preesistenti (v. capitolo 5.1 e figura 1).

Lo standard includerà anche l'infrastruttura di *IP Datacast* (Guida Elettronica ai Servizi, Architettura, Protocolli di distribuzione dei contenuti, AL-FEC), che non è ancora del tutto ultimata. Infatti, DVB-H è caratterizzato dalla trasmissione di dati nello stesso formato utilizzato nella distribuzione di pacchetti dati tramite internet. Il protocollo IP applicato al DVB-H può essere utilizzato per il trasferimento, oltre che di video e audio, di *file*, pagine html, immagini, video clip. L'impiego del protocollo IP comporta un ulteriore vantaggio: permette al DVB-H di utilizzare tutta una serie di componenti e protocolli standard per l'elaborazione, l'immagazzinamento e la trasmissione dei dati.

Notiamo infine che sono state recentemente completate le "*Implementation Guidelines*" [4], ovvero le linee guida, rivolte ai costruttori di apparati e agli operatori di rete, per la realizzazione di servizi DVB-H: ha contribuito al loro completamento l'attività di sperimentazione attualmente in corso, che ha inoltre prodotto il documento relativo alle prestazioni del sistema ("*Validation Task Force Report*", [5]).

3. Terminali DVB-H

Il sistema DVB-H è stato progettato per funzionare con diverse classi di servizio: ricezione portatile con ricevitore fermo o a bassa velocità ("*pedestrian*"), ricezione portatile indoor, ricezione mobile con antenna esterna (es. in auto), ricezione indoor con terminali portatili in veicoli in movimento (es. treni, bus, …).

	Categoria	Bande di frequenza (Europa)	Note
1	Terminale integrato in auto	VHF III UHF IV, V	Ricezione mobile; Antenna esterna
2a / 2b	TV portatile / tascabile	VHF III UHF IV, V	Ricezione portatile indoor/outdoor; Antenna esterna
3	Terminale "handheld"	UHF IV, UHF V	Ricezione portatile indoor/outdoor; Antenna interna

Fig. 2 - Categorie di terminali DVB-H

I terminali DVB-H possono essere classificati in una di queste tre categorie (figura 2):

1. Terminale integrato in auto, concettualmente simile alle attuali autoradio, ma dotato di uno schermo (destinato naturalmente ad essere utilizzato da parte dei passeggeri, oppure a veicolo fermo!). L'antenna è installata all'esterno della carrozzeria, e la ricezione in movimento è garantita fino alle alte velocità.
2. Televisore portatile o tascabile, dotato di antenna esterna o estraibile, adatto alla ricezione indoor o outdoor.
3. Terminale palmare (*handheld*), eventualmente integrato con altri sistemi (telefono cellulare GSM o UMTS, WiFi, Bluetooth, radio FM, ecc.), di piccole dimensioni e con antenna integrata, adatto alla ricezione portatile indoor o outdoor, ma di cui è previsto l'utilizzo anche in movimento, a bordo di veicoli (bus, treni, auto, ecc.).

L'utilizzo di ricevitori portatili richiede naturalmente schermi di dimensioni limitate. Di conseguenza, anche se lo standard non impone particolari limitazioni, il formato video sarà in genere CIF (*Common Intermediate Format*), con risoluzione 352x288 pixel, corrispondente a circa 1/4 della TV tradizionale, oppure anche QCIF (*Quarter* CIF), con risoluzione 176x144, corrispondente a circa 1/16 della TV tradizionale.

Dal punto di vista tecnico, per i costruttori di apparati, progettare terminali *handheld* pone delle problematiche anche per quanto riguarda la banda di frequenze utilizzate. Infatti, è molto difficile realizzare un'antenna integrata, di così piccole dimensioni, che sia anche a banda larga: per questa ragione la banda di frequenze coperta includerà tendenzialmente solo la UHF e non la VHF. Inoltre, se lo

stesso terminale funge anche da telefonino GSM a 900 MHz, per problemi di interferenze all'interno dell'apparecchio, occorre escludere le frequenze più alte della banda UHF: in questo caso, i canali utilizzabili per il DVB-H saranno limitati a quelli compresi tra il 21 e il 49 UHF (470 ÷ 698 MHz)[Nota 2].

Questa categoria di ricevitori DVB-H sarà basata su terminali del tipo di quelli, di alta gamma, già esistenti, detti anche *smartphone*, a metà strada tra un telefono cellulare e un palmare, come in figura 3.

Attuali terminali di questo tipo possono avere un peso inferiore a 200 g e dimensioni di circa 130x70x20 mm, ospitando un display LCD ad alta risoluzione, di 640x320 pixel e con 65000 colori. Il display è di tipo *touch screen*, con tastiera a video e/o riconoscimento della grafia. Oltre alle normali funzioni di chiamata telefonica, invio di SMS/MMS e rubrica, permettono anche l'accesso a *streaming video*, *clip* musicali (ad es. MP3), immagini (JPEG, BMP, GIF anche animate, ecc.).

Su questo terminale sono quindi già disponibili le funzionalità di base necessarie per fruire dei servizi *broadcast* (*streaming video*) ricevuti mediante DVB-H. Il modulo DVB-H progettato per questi terminali è stato quindi pensato per una facile integrazione nell'apparecchio: ad esempio, è inserito nel coperchio posteriore (decoder + antenna integrata).

La maggiore sfida di questo tipo di ricevitori DVB-H è legata alla durata delle batterie. Terminali di questo tipo dotati di una batteria da 1300 mAh, hanno autonomia dichiarata da 3 a 12 ore in conversazione e fino a 10 ÷ 14 giorni in stand-by; la sezione ricevente DVB-H comporta necessariamente un maggior assorbimento di corrente, anche se la tecnica del *Time Slicing* permette un risparmio fino al 90% sul consumo che sarebbe necessario per la ricezione DVB-T. Va poi tenuto presente il consumo del display, che resta costantemente acceso durante la visione di un programma televisivo.

Nota 2 - È allo studio presso il Gruppo TM-H la possibilità di estendere la banda utilizzabile fino al canale 55 UHF (ovvero 470 ÷ 750 MHz).

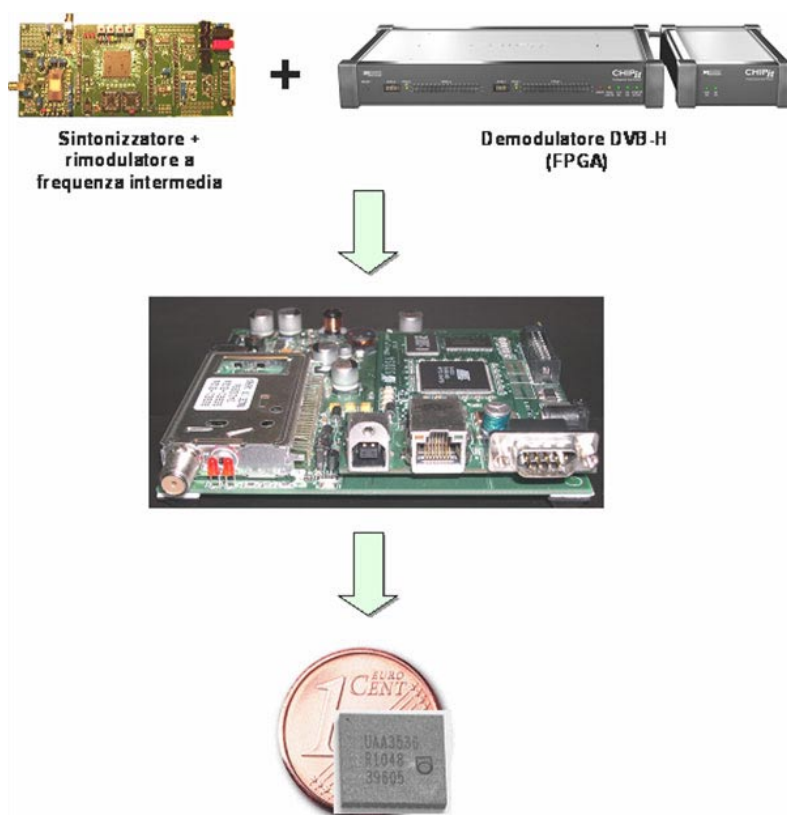
In alternativa a questi *smartphone* integrati, saranno disponibili ricevitori DVB-H da collegarsi ad un PC o ad un palmare/PDA (figure 4 e 5).

Fig. 3 - Terminale DVB-H *handheld*

Nel caso di un PC, il ricevitore può essere un modulo esterno, che si incarica della sintonizzazione del segnale e dell'estrazione dei dati IP incapsulati sul DVB e li rende disponibili sulla porta USB, mentre la decodifica DVB-H con la correzione degli eventuali errori (MPE-FEC) e la visualizzazione dei flussi video ricevuti (*streaming*) può essere effettuata via software dallo stesso PC.

Nel caso di terminali basati su PDA (*Personal Digital Assistant*), il modulo ricevitore DVB-H può essere realizzato su di una scheda *Compact-Flash*.

Fig. 4 - Terminali DVB-H basati su PDA

Fig. 5 - Evoluzione dei ricevitori DVB-H prototipali

La tendenza dei costruttori di apparati sarà comunque quella di produrre chip miniaturizzati, integrabili in ogni tipo di ricevitore, e dal consumo inferiore a 50 mW.

4. Il sistema DVB-H: dettagli tecnici

Gli "strumenti" aggiuntivi rispetto al DVB-T messi a disposizione dal DVB-H sono:

- *Time Slicing*: per ridurre il consumo delle batterie.
- *IP DataCast*: per aumentare la flessibilità nella trasmissione dei dati (audio, video e file).
- *MPE-FEC (Multi Protocol Encapsulation – Forward Error Correction)*: per aumentare la robustezza.
- *Modo 4k*: per aumentare la flessibilità del sistema in termini di pianificazione della rete di diffusione.
- *Interleaver esteso* (nei modi 2k e 4k): per avere una maggiore immunità dalle interferenze.
- *TPS-bit*: per inviare segnalazioni a livello fisico che identificano un flusso DVB-H.
- *Algoritmi di codifica video*: il DVB-H utilizza algoritmi di ultima generazione per aumentare l'efficienza della compressione video in particolare a bassi bit-rate.

MPE-FEC e *time-slicing* sono compatibili con lo standard DVB-T, permettendo ai ricevitori DVB-T tradizionali di interpretare correttamente il segnale, semplicemente ignorando la segnalazione DVB-H. Questo funzionamento va naturalmente a scapito di una perdita di efficienza trasmissiva, dell'ordine del 25%, variabile a seconda della configurazione DVB-H. Il modo 4k invece non può essere usato, se si vuole mantenere la compatibilità con il DVB-T.

Nella figura 6 è rappresentato lo schema a blocchi del sistema DVB-H. I blocchi evidenziati sono quelli che sono stati aggiunti al DVB-T. Gli altri sono comuni ai due standard.

4.1 Time Slicing

Cominciamo a vedere il funzionamento del *Time Slicing* (figura 7): i dati relativi ad un certo programma sono trasmessi a pacchetti in intervalli di tempo noti, durante i quali il ricevitore, sintonizzato su quel dato programma, sarà attivo. Negli altri intervalli di tempo, in cui sono trasmessi altri programmi, il ricevitore è spento permettendo un risparmio di batteria che può arrivare fino al 95% rispetto ad un convenzionale ricevitore DVB-T. L'attivazione del ricevitore è pilotata dall'indicazione del tempo che manca all'inizio del prossimo *burst* (Δt). La seguente figura illustra il comportamento di un ricevitore DVB-H (sintonizzato sul Programma 1).

L'utente naturalmente non si accorge di questa trasmissione a pacchetti in quanto il ricevitore memorizza i dati giunti ad un bit rate molto elevato e li rilascia ad una velocità pari al bit rate medio visualizzando così l'immagine in modo continuativo.

Il *Time Slicing* può essere implementato sia a livello MPE (Δt viene trasmesso all'interno delle sezioni MPE) che a livello di *Transport Stream*. Per permettere l'introduzione del codice correttore di errore MPE-FEC il Time Slicing è implementato a livello MPE. Questa soluzione presenta il

Fig. 6 - Schema a blocchi del sistema DVB-H

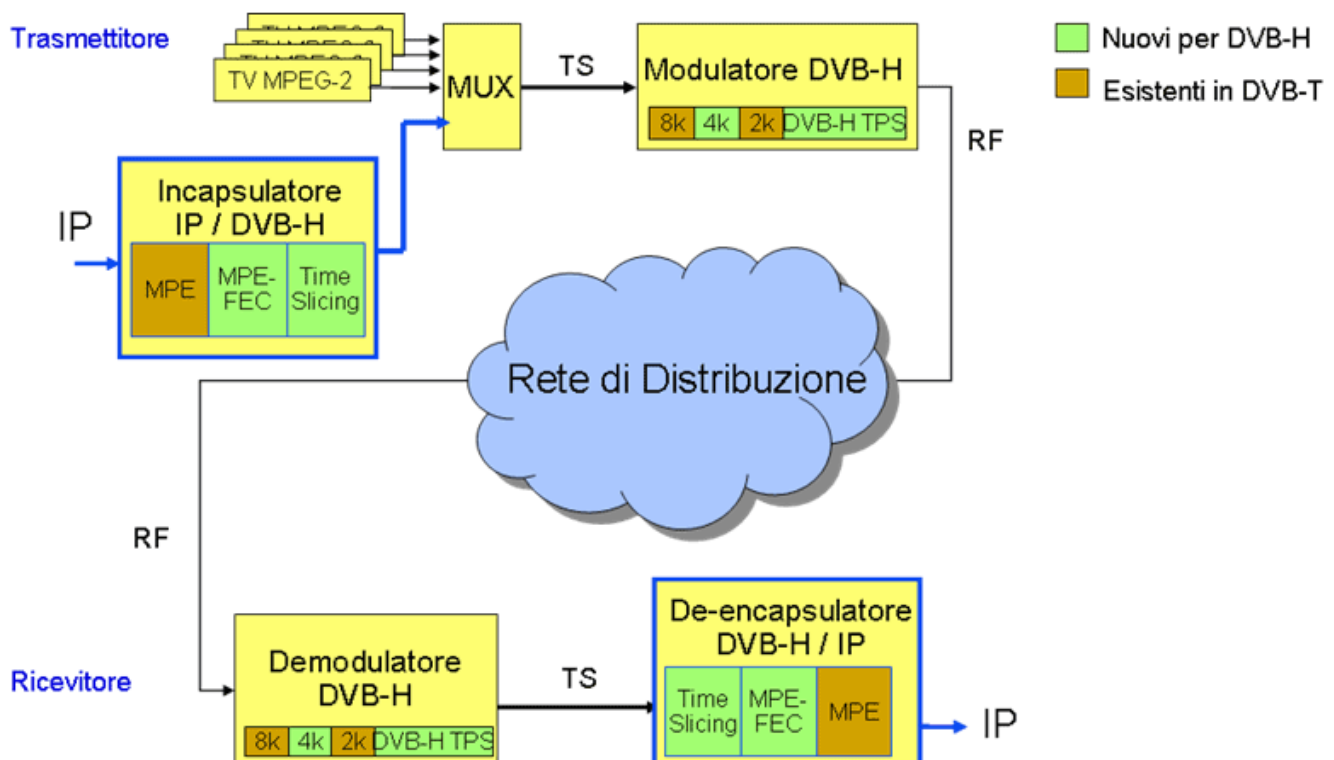
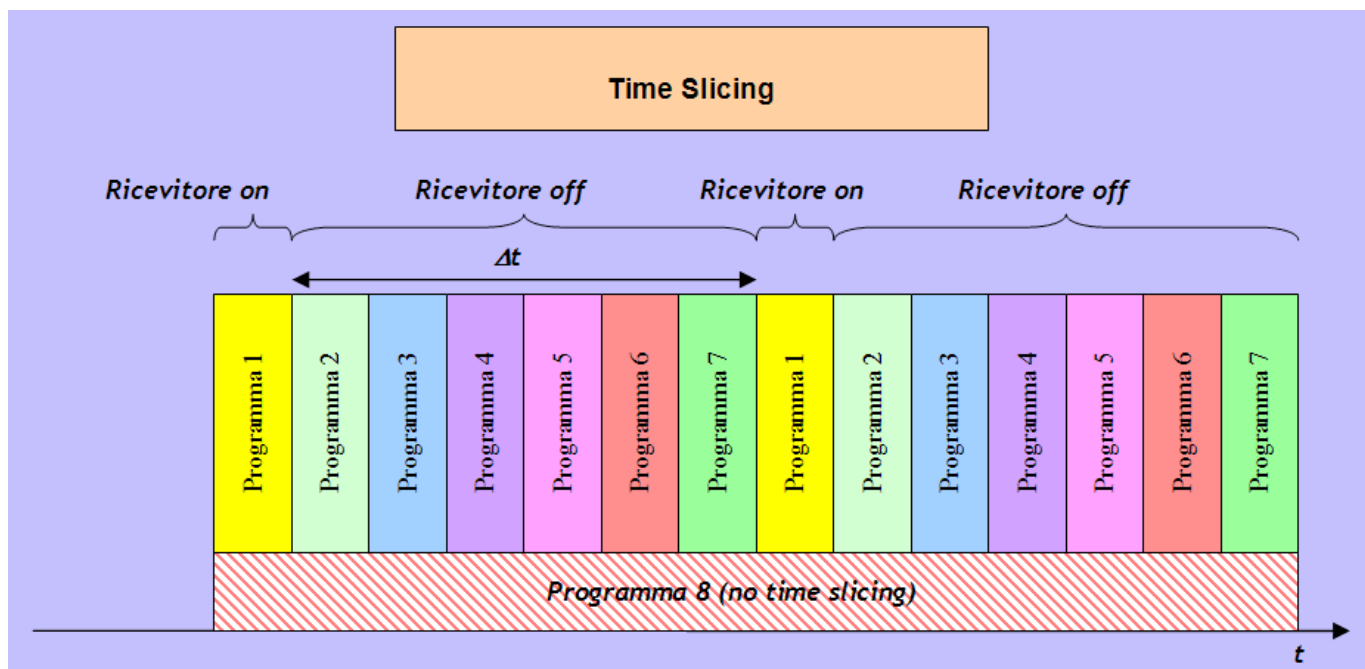
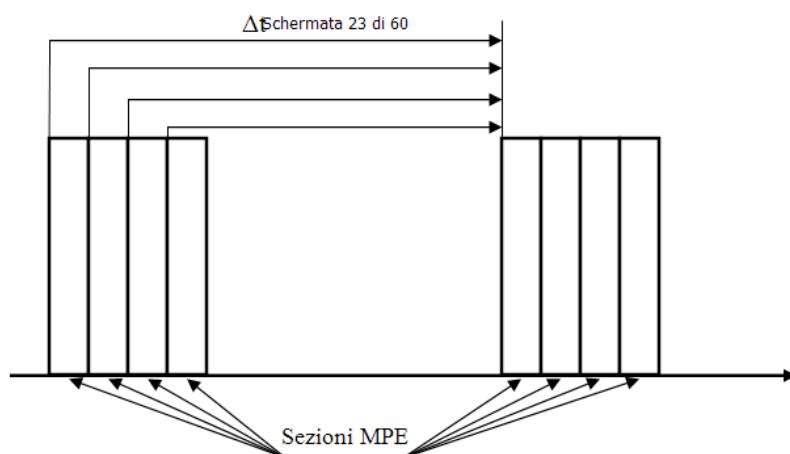



Fig. 7 - Time-slicing.

Fig. 8 - Il metodo Δt.

vantaggio di essere semplice ed economica visto che tutte queste funzioni possono essere svolte da un unico apparato (IP *encapsulator*)

Il Δt, come si vede in figura 8, serve per indicare il tempo che intercorre fra due burst successivi. L'idea base è quella di segnalare il tempo fra l'inizio della sezione MPE attualmente ricevuta e l'inizio del burst successivo.

La trasmissione del Δt nella sezione MPE elimina la necessità di sincronizzare i clock fra trasmettitore e ricevitore. Questa flessibilità è resa possibile grazie al fatto che i parametri del *Time Slicing* possono variare liberamente fra i burst all'interno

dell'elementary stream. Il ricevitore deve solamente garantire l'accuratezza del clock durante il tempo di off visto che ad ogni burst il clock verrà fatto ripartire.

Le informazioni relative al Time Slicing vengono inserite nella sezione header di MPE ove è allocato un campo di 6 byte per l'indirizzo MAC; dato che la lunghezza dell'indirizzo MAC è di un byte, rimangono liberi cinque byte che si possono usare per altri scopi come ad esempio per il trasporto dei parametri di Time Slicing. La trasmissione di questi cinque byte è obbligatoria indipendentemente dal fatto che vengano usati o meno.

Può succedere che in cattive condizioni di ricezione si perdano parti di un burst. Per evitare che il ricevitore rimanga in stato di attesa a causa della perdita del Δt, questa informazione viene inserita nell'header di ogni sezione MPE: in questo modo basta ricevere una sezione MPE per poter conoscere il Δt e risparmiare potenza anche in condizioni pessime di ricezione.

I parametri di un burst (figura 9) sono:

- *Burst size* (bit), è la dimensione in bit del burst. Essa non può superare la memoria del ricevitore che deve essere in grado di contenere il burst e rilasciarlo nel periodo di off.
- *Burst bandwidth* (bit/s), è il bit-rate istantaneo usato da uno stream elementare "Time Sliced" mentre trasmette un burst.
- *Constant Bandwidth* (bit/s), è la bit rate medio richiesto dall'elementary stream quando non è in Time slicing.
- *Burst Duration* (s), tempo che intercorre fra l'inizio e la fine del burst.
- *Off-time* (s), è il tempo che intercorre tra l'arrivo di due burst successivi.
- *Maximum Burst Duration* (s), è la massima durata del Burst. Deve essere trasmessa per ogni Elementary Stream in Time Slicing. Sia T1 il tempo indicato da Δt e sia T2 = T1+ Maximum Burst Duration, allora un burst non potrà iniziare prima di T1 e non potrà finire dopo T2. In cattive condizioni di ricezione, un ricevitore può usare questa informazione per conoscere la fine di un burst.

Il Time slicing è opzionale per ogni singolo

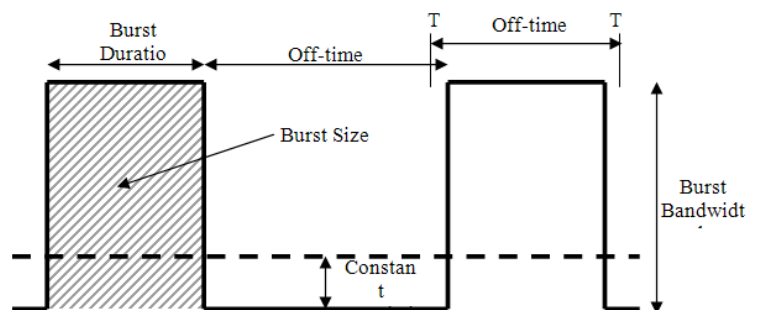



Fig. 9 - I parametri del burst.

flusso dati (programma) ed è così possibile avere bouquet di programmi "misti".

Il risparmio di potenza dovuto all'utilizzo del Time Slicing, come si vede in figura 10, è funzione del bit rate di picco (*Burst Bandwidth*) e del bit rate medio (*Constant Bandwidth*): tanto più è alto il rapporto fra il valore di picco e il valore medio quanto più grande sarà la durata delle batterie.

Un ulteriore vantaggio del *Time Slicing* è legato alla possibilità di monitorare le "celle" adiacenti durante il periodo di inattività del ricevitore. In questo modo il terminale che si trovasse a passare fra due celle potrà commutare da una all'altra senza fastidiose interruzioni. Questa modalità è chiamata *soft handover* (figura 11).

Effetto del Time Slicing sul risparmio della potenza consumata

Potenza risparmiata

Bit rate burst

Service Bit Rate=100kbps

Service Bit Rate=350kbps

Service Bit Rate=1Mbps

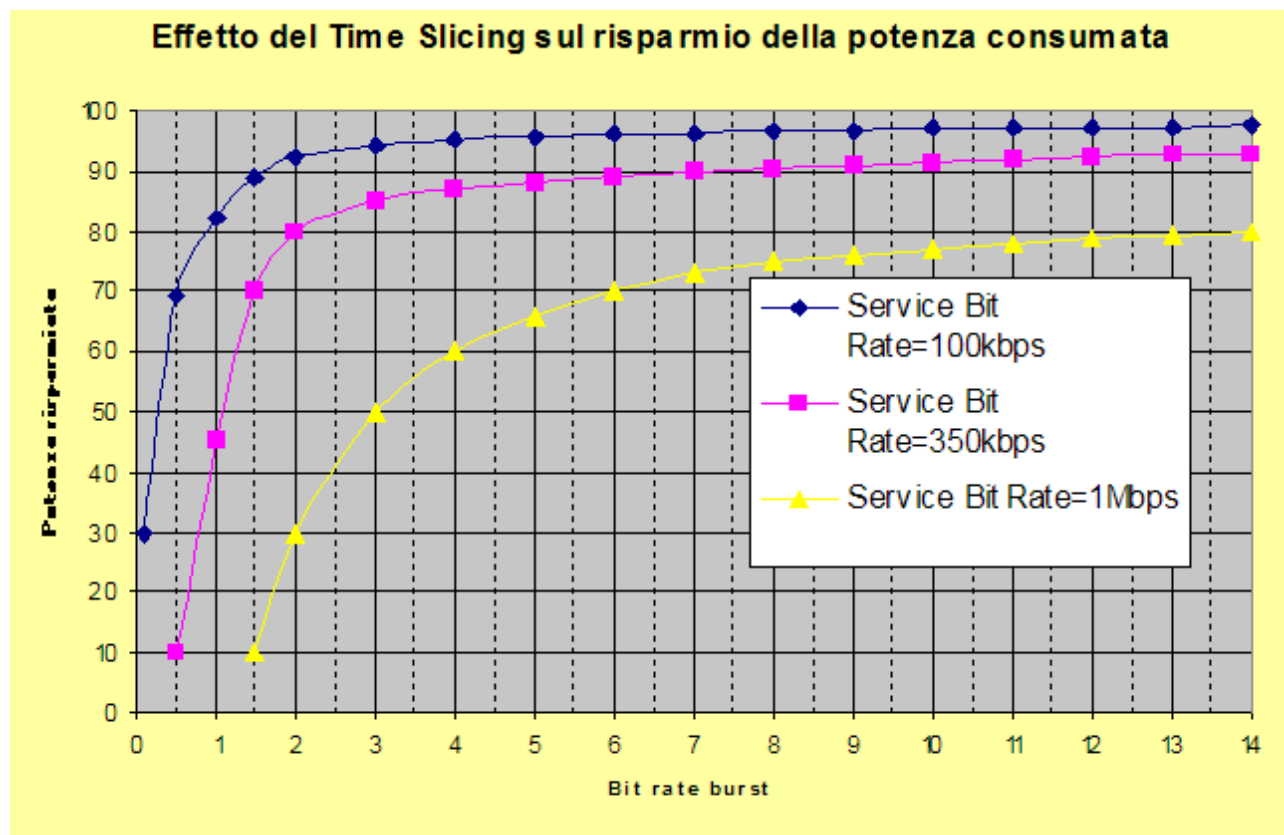
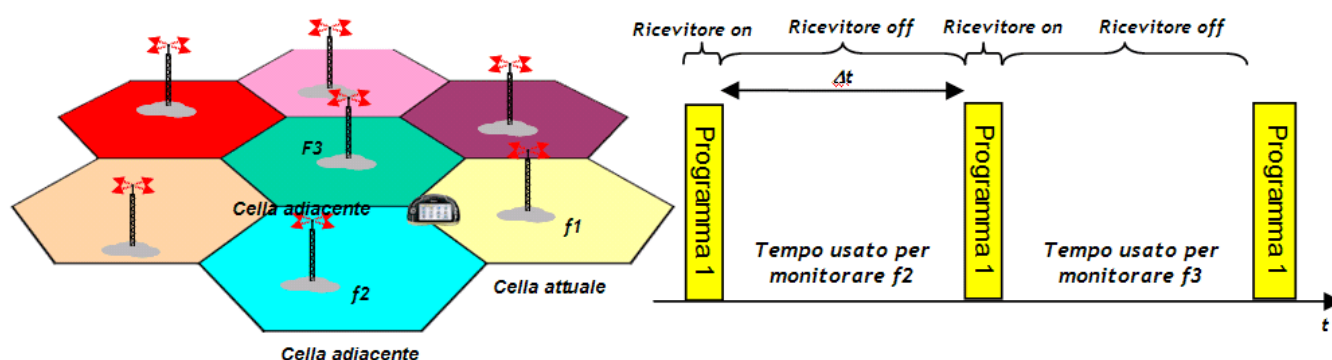



Fig. 10 - Effetto del Time-Slicing sul risparmio della potenza consumatata.

Fig. 11 - Soft-handover nel DVB-H.

4.2 IP DataCast

DVB-H è il primo protocollo di *broadcasting* caratterizzato pienamente dall'utilizzo di IP per il trasporto di dati: vedremo nel seguito che questa caratteristica, ben lontana dall'essere un mero espediente tecnico, abilita di fatto la sinergia di servizi diffusivi, servizi cellulari/mobili e tecnologie del mondo Internet. In realtà l'impiego di IP per il trasporto dati era un'opzione da tempo presente nei profili di databroadcasting del DVB (profilo *Multi-Protocol Encapsulation*, vedi [6]), la diversità sta nella sua funzione: da semplice vettore di dati, in DVB-H IP è diventato anche il protocollo di trasporto standard di audio, video e metadati.

Il protocollo DVB-H è nato grazie al contributo di costruttori di apparati, broadcaster, centri di ricerca e operatori telefonici, all'interno di gruppi internazionali di standardizzazione come il DVB TM-H e TM-CBMS. La collaborazione di tutti questi soggetti per la creazione di uno standard che permettesse la sinergia dei mondi televisivo e delle telecomunicazioni era iniziata diversi anni prima, con progetti europei di ricerca della IST (*Information Society Technologies*) quali ad esempio l'IST CISMUNDUS (*Convergence of IP-based Services for Mobile Users and Networks in DVB-T and UMTS Systems*, 2001) e OverDRiVE (*Spectrum Efficient Uni- and Multicast Over Dynamic Radio Networks in Vehicular Environments*, 2002) [8]. La caratteristica comune è stata l'individuazione di IP (IPv4 o il recente IPv6 [7], [9]) quale protocollo comune per il trasporto di audio, video e dati. In realtà la possibilità di trasportare dati su protocolli DVB era prevista già da diversi anni con i profili di *Multi-Protocol Encapsulation* (MPE), che permettevano l'inserimento opzionale di pacchetti IP nel *Transport Stream* DVB [6]. Questa scelta è stata adottata in DVB-H, rendendo molto più immediata la sinergia tra il mondo di Internet e della connettività bidirezionale e il mondo *broadcast*.

IP *Datacast* su DVB-H è definito dal consorzio DVB come un sistema diffusivo *end-to-end* per la distribuzione di contenuti digitali e servizi utilizzando meccanismi basati su IP, e ottimizzato per terminali con limitazioni sia sulla potenza di calcolo sia di durata delle batterie; una parte essenziale di IP Datacast è la possibile sinergia con un canale bidirezionale mobile. In questo modo IP Datacast è una piattaforma che può rendere possibile e facilitare la sinergia di servizi tra i mondi broadcast e delle telecomunicazioni.

La mancanza di un protocollo standard per il trasporto di file su IP senza canale di ritorno è stata superata alla fine del 2004, quando il protocollo FLUTE [10] è diventato uno standard sperimentale IETF ed è stato scelto subito dopo dal gruppo TM-CBMS, nell'ambito della *Call for Technologies IP Datacast*, per essere utilizzato con DVB. La figura 12 illustra il principio del protocollo FLUTE nello spedire un file:

Fig. 12 - Principio del protocollo FLUTE.

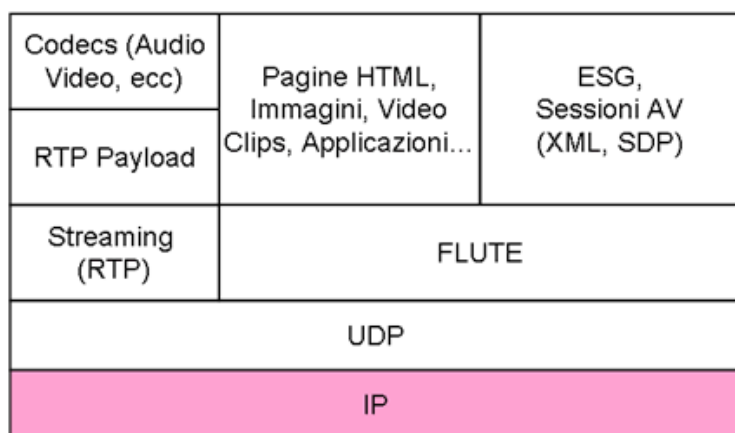



Fig. 13 - Schema dei protocolli utilizzati per il trasporto in DVB-H.

FLUTE permette di aggiungere un codice di protezione (*Forward Error Correction*, FEC) ai pacchetti UDP, in modo tale da aumentare l'affidabilità della trasmissione. Il codice può infatti ricostruire alcuni pacchetti non ricevuti utilizzando l'informazione ridondante introdotta durante la trasmissione. L'utilizzo del FEC a livello applicazione di FLUTE (AL-FEC) non è al momento obbligatorio, dal momento che l'affidabilità della ricezione è in parte aumentata dall'MPE-FEC incluso in DVB-H.

Al contrario dei protocolli normalmente utilizzati su Internet (e basati su TCP), FLUTE non richiede la presenza di un canale di ritorno, rendendo possibile il trasferimento di file sul canale broadcast.

Il trasporto di dati sul protocollo DVB-H utilizza quindi FLUTE (figura 13). Oltre ai file (applicazioni, immagini, video clip, pagine HTML), FLUTE trasporta anche le informazioni sui servizi, cioè la *Electronic Service Guide* (ESG).

Nota 3 - La ESG è attualmente nelle fasi conclusive di standardizzazione da parte del gruppo DVB TM-CBMS.

La ESG è nata come strumento per consentire all'utente di acquisire informazioni sui contenuti disponibili sulla rete DVB-H, e si presenta come uno strumento analogo alla *Electronic Program Guide* già utilizzata da alcuni protocolli DVB.

È da sottolineare che, mentre i ricevitori DVB-T, generalmente utilizzati in casa, richiedono che la scansione dei canali venga effettuata soltanto in fase di installazione, la mobilità del terminale DVB-H implica che la segnalazione dei programmi e la ricerca dei canali su nuove frequenze venga effettuata in modo più agile, se possibile senza intervento diretto dell'utente.

A differenza della EPG, la ESG è trasportata su IP da FLUTE e utilizza una specializzazione del formato XML per descrivere i suoi contenuti, e contiene tra le altre le seguenti informazioni:

- presenza di un canale TV Mobile (es. Rai Tre)
- presenza di opzioni multiple su un canale TV (es. linguaggi)
- segnalazione di nuovi servizi disponibili (video, audio, file)
- informazioni sulla possibilità di sottoscrivere servizi a pagamento (ad es. l'abbonamento ad un insieme di canali per un mese)

La ESG viene divisa in *frammenti* che vengono eventualmente raggruppati per la trasmissione, per rendere più veloce l'accesso dell'utente alle informazioni di interesse. La specifica della ESG diventerà presto standard ETSI[Nota 3].

Si veda infine uno schema dei protocolli utilizzati per il trasporto in DVB-H nella figura seguente. Si vede che la stessa pila protocollare può essere utilizzata

dallo standard 3GPP MBMS (*Multimedia Broadcast-Multicast Services*).

Come si vede, i protocolli e le tecnologie connesse ad IP Datacast aprono grandi opportunità per lo sviluppo di servizi a valore aggiunto; per questo motivo la maggior parte del lavoro di ricerca e innovazione nell'ambito DVB-H riguarderà nei prossimi mesi proprio la parte IP. La vicinanza ai protocolli Internet permetterà di riutilizzare facilmente tecnologie già sperimentate in quell'ambito.

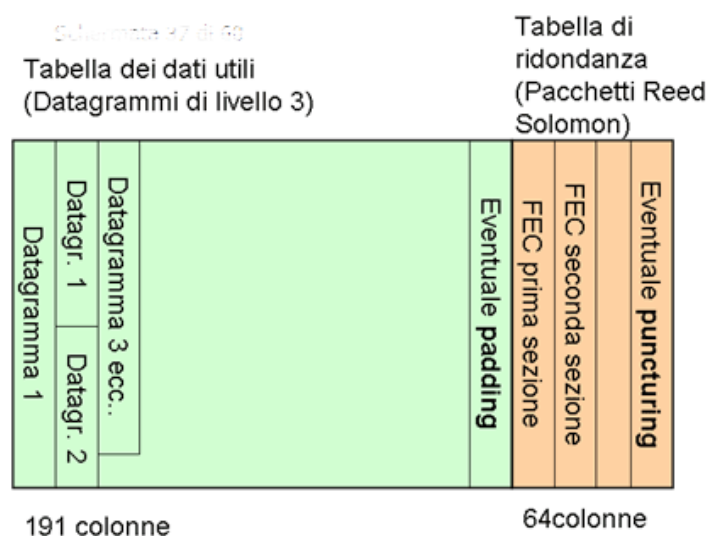
4.3 MPE-FEC

L'MPE-FEC, definito in [6], è un codice correttore di errori a livello di protocollo IP che viene aggiunto a quelli già presenti nello standard DVB-T allo scopo di migliorare la ricezione quando il rapporto segnale/rumore C/N al ricevitore sia basso. Si noti che l'utilizzo di MPE-FEC è opzionale, cioè, la mancata implementazione della sua specifica nei terminali non pregiudica la possibilità di ricevere i dati correttamente (i pacchetti dati sono separati dai pacchetti di ridondanza con il FEC). Nelle situazioni in cui ci sia un'elevata perdita di pacchetti, possono essere introdotti pacchetti di ridondanza che permettono attraverso un algoritmo di interleaving e di protezione basato sul codice Reed Solomon, indicato tecnicamente dalla tripletta (255, 191, 64) che indica che su 255 byte totali, 191 saranno costituiti da dati utili e 64 da byte di parità. DVB-H prevede diversi livelli di protezione: quanto più essi sono efficaci in termini di protezione ai disturbi tanto più basso sarà il bit rate utile e di conseguenza il numero di programmi trasmissibili.

La figura 14 schematizza la tabella che viene utilizzata per la creazione del MPE-FEC.

Come si vede, per creare i byte di ridondanza Reed Solomon, i pacchetti di dati (UDP) vengono disposti lungo le colonne della tabella, uno di seguito all'altro. Se tutte le colonne di dati e tutte le colonne di FEC vengono riempite, si ottiene una ridondanza del 25% circa (con un *code rate* di ¾). Se al posto delle ultime colonne di dati vengono inseriti dei byte fittizi (padding) si ottiene praticamente un aumento della ridondanza (in quanto il padding non viene spedito e il codice di correzione lavora quindi su un numero minore di dati). Ad esempio, inserendo 127 colonne di padding, otteniamo un code rate di ½. Se le ultime colonne di FEC non vengono utilizzate (puncturing) la ridondanza quindi diminuisce. È utile notare che la tabella descritta ha un numero massimo di 1024 righe, il ché limita la grandezza massima della tabella di MPE-FEC a 2 Mbit circa; questo di fatto limita anche la quantità di dati totale presente in un burst trasmesso in *time-slicing* a circa 195kbyte.

Il sistema è stato studiato in modo tale da essere compatibile con i ricevitori privi

Fig. 14 - Tabella utilizzata per la creazione del MPE-FEC

di MPE-FEC: in questo caso le sezioni contenenti il codice correttore vengono ignorate.

Le prove di laboratorio effettuate presso il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica Rai e le prove su campo condotte nell'area di Torino hanno dimostrato che le prestazioni dei terminali DVB-H in termini di robustezza in ricezione mobile e in presenza di rumore impulsivo, grazie all'MPE-FEC, sono nettamente migliori rispetto alla ricezione con terminali DVB-T.

4.4 Modo 4k

Gli standard DVB-T e DVB-H utilizzano entrambi la modulazione multiportante OFDM [11] che permette di ottenere delle ottime prestazioni sul canale terrestre, caratterizzato dalla presenza di cammini multipli (i cosiddetti echi) [12]. Rispetto al DVB-T che può utilizzare solo le modalità 2k e 8k, lo standard DVB-H aggiunge la modalità 4k, ovvero vengono impiegate 4096 portanti (3409 portanti attive) per il trasporto del segnale. Tale modalità apporta una maggiore flessibilità nel progetto della rete, in quanto è ottenuta da un compromesso tra le prestazioni della ricezione mobile e le dimensioni della rete SFN. La modalità 4k è compatibile con l'infrastruttura DVB-T, e richiede solo piccoli cambiamenti nel modulatore e nel demodulatore. Nel sistema DVB-T la modalità 2k ha ottime prestazioni in ricezione mobile (maggiore resistenza all'effetto Doppler). Per quanto riguarda l'efficienza spettrale le migliori prestazioni si hanno con la modalità 8k, mentre la 2k è adatta solo a reti SFN di piccole dimensioni a causa della sua breve durata di simbolo.Il modo 4k è adatta a SFN di medie dimensioni e raggiunge una buona robustezza nei confronti dell'effetto Doppler a velocità medio-alte.

La modalità 4k, il cui costo in termini implementativi nel modulatore e nel ricevitore è molto ridotto, permette quindi di raggiungere prestazioni di ricezione mobile sufficienti per l'uso del DVB-H ottenendo un buon compromesso tra l'efficienza spettrale e la mobilità degli utenti.

4.5 Interleaving esteso

La modalità di trasmissione 8k è la più robusta al rumore impulsivo in quanto ha una durata di simbolo più lunga: ciò permette al demodulatore di disperdere la potenza del rumore impulsivo sulle 8192 sottoportanti. Nelle altre due modalità invece la potenza del rumore è distribuita solo su 4096 o su 2098 portanti; la potenza del rumore per sottoportante perciò, rispetto al modo 8k, è duplicata per il modo 4k e quadruplicata per il 2k.

Si può pensare quindi di usare un symbol interleaver più lungo per le modalità 2k e 4k in modo da disperdere i bit di un simbolo.

L'uso di un interleaver 8k anche per le modalità 2k e 4k aiuta a disperdere la potenza del rumore lungo 2 simboli (per la 4k) e 4 simboli (per la 2k). Questo metodo di interleaving esteso permette alle modalità 2k e 4k di avere una immunità dal rumore impulsivo paragonabile a quella del modo 8k.

4.6 TPS bit

Le portanti TPS (*Transmission Parameter Signalling*) sono specificate nello standard DVB-T e trasportano l'informazione relativa allo schema di modulazione utilizzato nella trasmissione.

La trasmissione dei bit TPS, che avviene con uno schema di modulazione molto robusto ed è quindi ricevibile con valori

di C/N molto bassi, rende più veloce il sistema di demodulazione, in quanto è più facile demodulare l'informazione trasportata nelle portanti TPS piuttosto che nelle Service Information (SI) o nel MPE-header. Attualmente sono rimasti liberi solo 6 bit TPS ed il DVB-H non può ovviamente usarli tutti. Lo standard DVB-H si è riservato l'utilizzo dei primi 4 bit:

- S48: quando settato, indica la presenza del DVB-H;
- S49: quando settato, indica la presenza del Time Slicing in almeno uno stream elementare sul Transport Stream ;
- S50: quando settato, indica la presenza del Forward Error Correction, in almeno uno stream elementare sul Transport Stream;
- S51: destinato per usi futuri del DVB-H.

Per segnalare l'utilizzo del modo 4k si possono utilizzare i bit S38 e S39 delle TPS in quanto solo 2 delle 4 possibili combinazioni di bit sono attualmente utilizzate per segnalare le modalità 2k e 8k.

Per quanto riguarda la segnalazione dell'utilizzo dell'interleaver esteso si possono utilizzare alcune combinazioni non utilizzate dei bit S27, S28 e S29 impiegate nel DVB-T per la segnalazione del modo gerarchico. Per ulteriori dettagli si rimanda a [3].

4.7 Algoritmi di codifica video

Per ora non ci sono vincoli di specifica sui formati audio/video che il ricevitore DVB-H dovrà essere in grado di decodificare. Nei prossimi mesi però verrà emesso un documento che indicherà quali saranno i formati implementati obbligatoriamente. Probabilmente MPEG-4 Parte 10/H.264 sarà un formato raccomandato. Lo standard VC1 proposto da Microsoft potrebbe essere un'altra opzione. Un formato audio probabilmente richiesto sarà AAC, con l'opzione di AMR-WB.

La maggior parte degli algoritmi sopra menzionati sono caratterizzati da un'efficienza di codifica superiore a quella ottenibile con MPEG-2 che è lo standard attualmente previsto ed utilizzato per la trasmissione della televisione a definizione convenzionale e di quella in alta definizione. In particolare, lo standard più promettente è MPEG-4 Parte 10/H.264 che consente all'incirca di dimezzare il bit-rate rispetto a MPEG-2 mantenendo inalterata la qualità finale percepita dall'utente.

Poiché i display dei terminali DVB-H saranno molto simili a quelli dei telefoni cellulari o dei computer palmari, il bit-rate necessario a garantire all'utente finale una qualità più che accettabile si aggirerà tra i 128kbps e i 384 kbps, a seconda della risoluzione utilizzata in trasmissione.

5. Utilizzo di un segnale DVB-H in una rete DVB-T

Le caratteristiche dello standard DVB-H, come visto analizzando gli aspetti tecnici di questa nuova tecnologia, solo tali da permettere diverse configurazioni di rete offrendo quindi al broadcaster la possibilità di scegliere quella che più gli si addice.

Si è infatti visto che il DVB-H aggiunge una serie di "novità" rispetto al DVB-T ma rimane completamente compatibile rispetto ad esso ed è quindi possibile avere delle reti "miste" DVB-T – DVB-H con evidenti vantaggi in termini di costi di implementazione.

La rete DVB-T è normalmente progettata per la ricezione fissa (quindi con un'antenna direttiva posta sul tetto) mentre una rete

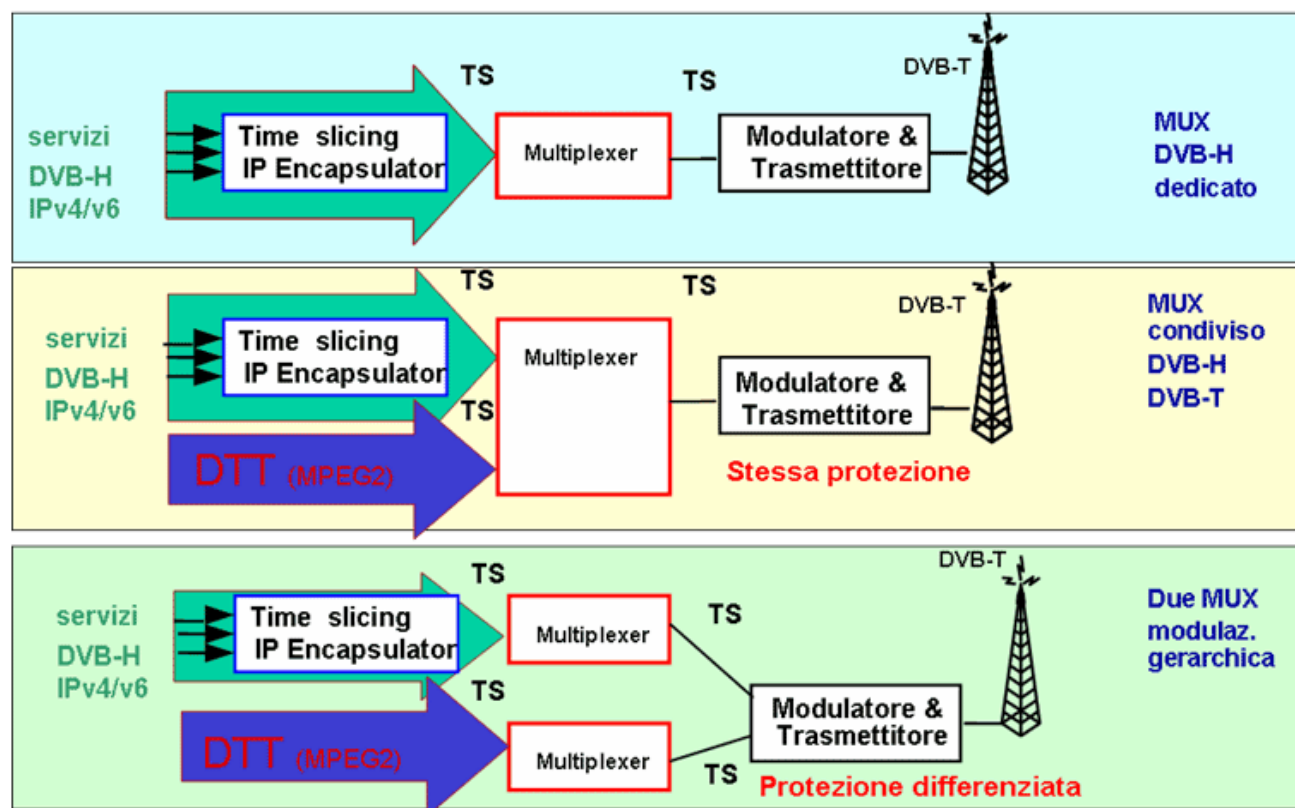
DVB-H è prevalentemente orientata alla ricezione portatile sia all'esterno che all'interno degli edifici con terminali di ridotte dimensioni dotati di una piccola antenna (magari interna come spesso succede nei telefoni cellulari).

Per rendere possibile una ricezione di questo tipo si deve garantire una maggior potenza in trasmissione oppure utilizzare una modulazione più robusta. In quest'ultimo caso il ricevitore funzionerà correttamente anche con livelli di segnale più debole ma il bit rate trasmissibile e quindi il numero di programmi sarà ovviamente più basso.

I possibili scenari di rete sono i seguenti (figura 15):

- Rete DVB-H dedicata
- Rete mista DVB-T / DVB-H.
- Rete mista DVB-T / DVB-H utilizzando la modalità di trasmissione gerarchica.

Il primo caso, rete mista DVB-T / DVB-H, ha l'indubbio vantaggio di riutilizzare l'esistente rete DVB-T dedicando una porzione della capacità ai programmi DVB-H. L'inconveniente però è, come accennato in precedenza, che la rete DVB-T è normalmente pianificata per la ricezione fissa. Per ovviare a questo inconveniente, senza modificare gli impianti di trasmissione, è necessario utilizzare una modulazione più robusta riducendo il numero di programmi trasmessi sul digitale terrestre.

Fig. 15 - Possibili scenari per le reti DVB-H.

Un'ipotesi ragionevole (figura 16) prevede la trasmissione di 2-3 programmi DVB-T (quindi codificati in MPEG2) e una decina di programmi DVB-H (utilizzando ad esempio la codifica H264).

Un'altra possibilità (figura 17) per realizzare una rete mista DVB-T / DVB-H prevede l'utilizzo dei modi gerarchici definiti già nello standard DVB-T ma utilizzati, fino ad ora, assai raramente. Questa modalità prevede la separazione dei due flussi in blocchi aventi priorità differente: il blocco ad alta priorità, ricevibile con bassi livelli di segnale, sarà occupato dal DVB-H mentre quello a bassa priorità, ricevibile nella maggior parte dei casi solo con antenna direttiva sul tetto, sarà invece riservato al DVB-T .

Utilizzando i modi gerarchici è possibile trasmettere fino a 4 programmi DVB-T in bassa priorità e dedicare una porzione della capacità sufficiente a trasmettere 12-15 programmi DVB-H ad alta priorità.

Un'ultima possibilità (figura 18) è quella di creare una rete totalmente dedicata al DVB-H. Questa soluzione ha certamente lo svantaggio di essere molto costosa e di richiedere tempi più lunghi per la messa in servizio in quanto prevede l'implementazione di una nuova rete. D'altra parte in questo modo è possibile progettare la rete in modo specifico per le esigenze di ricezione del DVB-H e di sfruttare anche il modo 4k, non compatibile con le reti DVB-T, che permette di migliorare le prestazioni in ricezione mobile di un fattore due rispetto al modo 2k e di aumentare la flessibilità del sistema in termini di pianificazione della rete di diffusione.

DVB-T+
DVB-H
16QAM 2/3, Tg=1/32, modo 8k
2-3 DVB-T prog. (12 Mbps)
8-10 DVB-H prog. (4Mbps)

Fig. 16 - Possibile configurazione nel caso di rete mista DVB-T / DVB-H

DVB-T+
DVB-H
Gerarchico
64QAM 2/3, hier. Tg=1/32, FFT 8k
Bassa priorità: 4 TV prog. DVB-T (18 Mbps)
Alta priorità: 12-15 prog. DVB-H (6Mbps)

Fig. 17 - Possibile configurazione nel caso di rete gerarchica

QPSK 2/3, Tg=1/32, modo 4k
16-20 DVB-H prog. (8 Mbps)

Fig. 18 - Possibile configurazione nel caso di rete DVB-H dedicata

Utilizzando una rete specifica per il DVB-H e impiegando una modulazione in grado di garantire una robustezza molto elevata è possibile trasmettere fino a 16-20 programmi DVB-H.

Vediamo ora quali sono i principali blocchi che costituiscono una generica rete DVB-H. I contributi video e audio che costituiscono i programmi DVB-H da trasmettere vengono codificati tramite appositi *Encoder*.

I dati codificati vengono inviati all'*IP Encapsulator* che si occupa della trasformazione dei dati secondo lo standard utilizzato per la trasmissione dei pacchetti internet (pro-

tocollo IP). A questo livello l'operatore di rete può decidere se inserire e con quali parametri il *Time Slicing* e l'*MPE-FEC*.

Un sistema di IP Datacast comprende anche una parte atta a generare la ESG. La trasmissione dei pacchetti contenenti la ESG viene quindi programmata e l'*IP Encapsulator* si occupa di inserirla nel bouquet DVB-H insieme agli altri pacchetti dati.

Nel caso in cui si stia realizzando una rete solo DVB-H l'uscita dell'*IP Encapsulator* viene inviata direttamente al centro trasmittente mediante la rete di distribuzione (ponti radio, fibre ottiche ecc.) da dove verrà irradiato sul territorio.

Nell'ipotesi che si desideri realizzare una rete mista DVB-T/DVB-H l'uscita dell'*IP Encapsulator* viene inviata ad un *Multiplexer*. Tale apparato riceve anche gli ingressi provenienti dagli *Encoder MPEG2* utilizzati per la codifica dei programmi DVB-T. Partendo da questi ingressi il *Multiplexer* genera in uscita un flusso dati (Transport Stream) che contiene i contributi DVB-T e DVB-H e le informazioni di servizio necessarie alla ricezione. Il Transport Stream è inviato al centro trasmittente con le stesse modalità viste in precedenza.

6. Stato di avanzamento della standardizzazione

Al momento della creazione di questo articolo (Novembre 2005), il gruppo DVB TM-CBMS stava ultimando le specifiche di molti aspetti dell'IP Datacast. In particolare la Electronic Service Guide, i protocolli di distribuzione dei contenuti (Content Delivery Protocols, CDP), l'architettura generale del sistema (alcuni documenti preliminari inviati all'ETSI per la standardizzazione sono stati pubblicati dal gruppo DVB, si veda tra i più significativi [14] e [15]).

Per la parte CDP, un argomento analizzato e vivacemente discusso è il FEC a livello applicazione (AL-FEC). Come è già stato descritto, DVB-H migliora l'affidabilità della ricezione ricostruendo alcuni pacchetti UDP (la capacità di correzione è opzionale come anche il numero di pacchetti che si possono ricostruire, e dipende dal livello di ridondanza introdotta in trasmissione, confronta [3]). AL-FEC aggiunge ulteriore ridondanza a livello applicazione, nel caso di trasferimento di file. Utilizzando, ad esempio, protocolli che lavorano su blocchi di dati molto grandi (LDPC, Low-Density Parity-Check Codes), è possibile garantire la ricezione di un video-clip o di un'applicazione anche se molti pacchetti trasmessi sono andati persi. L'utilità di simili tecniche non è generale e dipende molto dalle condizioni al contorno (copertura dell'area, movimento del terminale…).

Sono invece state create due diverse soluzioni per il Content Purchase and Protection, perfezionate e descritte fino alla proposta di standardizzazione; il gruppo TM-CBMS ha però demandato una decisione finale, che si stava rivelando assai ardua, al mercato. L'importanza di definire subito uno standard che consenta di proteggere servizi da parte del fornitore di servizio e di sottoscrivere e acquistare servizi a pagamento da parte dell'utente risiede nella possibilità di creare un mercato di dispositivi interoperabili.

Un'ultima considerazione sulla standardizzazione. La creazione delle specifiche, che comprende un notevole lavoro

di analisi, confronto, simulazione, progetto e implementazione, in parte viene condotta in progetti di ricerca Europei, che mettono a disposizione dei gruppi internazionali il lavoro svolto. Uno di questi progetti è il Progetto IST INSTINCT (IP-based Networks, Services and Terminals for Convergence Systems), iniziato nel 2004, che ha permesso di condurre una serie di test di trasmissione e ricezione DVB-H a Torino grazie al Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai e in Francia, Germania e Regno Unito, oltre ad aver dato impulso alle specifiche di ESG, protocolli di trasporto e FEC a livello applicazione.

Fig. 19 - Logo del Progetto IST INSTINCT

Un altro Progetto Europeo a cui il Crit Rai partecipa attivamente è il Progetto CELTIC Wing TV (Services to Wireless, Integrated, Nomadic, GPRS-UMTS & TV handheld terminals), iniziato nel 2005 e specificatamente rivolto alla validazione dei primi apparati DVB-H, con test estensivi di laboratorio e in campo, e alla definizione del ricevitore di riferimento.

Fig. 20 - Logo del Progetto IST CELTIC Wing TV.

7. Conclusioni

La tecnologia DVB-H rappresenta il passo più concreto verso la sinergia di reti broadcast e cellulari, e permetterà la ricezione di immagini televisive su terminali portatili, utilizzando una rete broadcast, superando le problematiche, principalmente legate al costo di rete, insite nell'utilizzo di reti cellulari per la TV mobile.

Rispetto al DVB-T, il DVB-H migliora infatti il rendimento in termini di durata della batteria, e garantisce maggiore protezione ai dati trasmessi. L'utilizzo di una codifica video più efficiente ai bassi bit-rate rende poi il DVB-H adatto per terminali dotati di piccolo display e con funzionalità condivise con altre applicazioni.

Inoltre, l'utilizzo di IP come protocollo di trasporto è decisivo nel rendere possibile l'utilizzo di applicazioni nate per Internet, aumentando le sinergie tra le diverse tecnologie.

I progetti di sperimentazione in corso [13], in continuo aumento, daranno un'idea dell'interesse per la televisione mobile DVB-H in Europa e nel mondo. Il progetto BMCO (Broadcast Mobile Convergence) a Berlino è stato il primo progetto con trasmissioni *live* DVB-H. In seguito, ci sono state sperimentazioni in tutta Europa. In Olanda, una primo test è avvenuto ad IBC 2004 ad Amsterdam. Ad Helsinki, in Finlandia, la TV Mobile finlandese ha lanciato la prima

sperimentazione pilota commerciale per servizi DVB-H da Marzo 2005. Durante questa sperimentazione, 500 utenti hanno sperimentato i servizi televisivi mobili grazie ai terminali Nokia 7710 muniti di un ricevitore DVB-H.

Altre sperimentazioni commerciali sono in corso o in preparazione in Francia, Regno Unito, Spagna, Svizzera, Danimarca[Nota 4].

Nota 4 - Un elenco aggiornato dei siti DVB-H commerciali o sperimentali si può trovare in http://www.dvb-h-online.org

La tecnologia DVB-H è stata valutata anche in Australia, Brasile, USA e Taiwan.

In Italia il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica Rai ha avviato la prima sperimentazione DVB-H con trasmissioni *live* sull'area urbana è iniziata a Torino alla fine del 2004. La trasmissione del segnale DVB-H Rai a Torino è attualmente attiva, con generazione del segnale presso il CRIT, con l'obiettivo di avviare una sperimentazione pre-commerciale del servizio.

Bibliografia

1. "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and functional description", ETSI, 3GPP TS 23.246, versione 6.8.0, Release 6.
2. "Digital Video Broadcasting (DVB); framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television". ETSI EN 300 744, 1997.
3. "Digital Video Broadcasting (DVB);Transmission System for Handheld Terminals", ETSI EN 302 304 V1.1.1, Novembre 2004.
4. "Digital Video Broadcasting (DVB);DVB-H Implementation Guidelines", ETSI TR 102 377 V1.2.1, Novembre 2005.
5. "Digital Video Broadcasting (DVB);Transmission to Handheld Terminals (DVB-H);Validation Task Force Report", ETSI TR 102 401 V1.1.1, Maggio 2005.
6. "Digital Video Broadcasting (DVB);DVB specification for data broadcasting", ETSI EN 301 192 V1.4.1, Novembre 2004.
7. S.Deering, R. Hinden:"Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC2460, IETF, Dicembre 1998.
8. P. Casagranda, V. Mignone, D. Milanesio, P. Sunna, L. Vignaroli: "Sistemi di comunicazione convergenti: DVB-T e reti cellulari di terza generazione", "Elettronica e Telecomunicazioni", n° 2, agosto 2003.
9. G. Alberico, P. Casagranda: "DVB e IPv6", IPv6 Task Force Italiana, www.it.ipv6tf.org/minutes/RAI-DVB_IPv6.pdf, Ultimo Accesso 9.11.2005.
10. T. Paila et al. "FLUTE - File Delivery over Unidirectional Transport", RFC3926, IETF, Ottobre 2004.
11. V. Mignone, A. Morello, M. Visintin: "Lo standard DVB-T per la televisione digitale terrestre", "Elettronica e Telecomunicazioni", n° 1, aprile 2002.
12. A. Bertella, B. Sacco, M. Tabone: "Valutazioni in laboratorio del sistema DVB-T", "Elettronica e Telecomunicazioni", n° 1, aprile 2002.
13. DVB-H Handbook", a cura del Digitag, 2005
14. "IP Datacast over DVB-H: Set of specifications for Phase 1", DVB Document A096, Novembre 2005
15. "IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG)", DVB Document A099, November 2005

HDTV e TV Mobile, scintille di passione a Torino

Le icone simbolo delle Cerimonie Olimpiche sono le Scintille di Passione (Sparks of Passion): ritmo, passione e velocità sono i concetti chiave dai quali prendono forma queste icone, che sfrecciano alla velocità di 70 km/h. E il passionale rosso cinabro è il colore dominante nelle strade di Torino durante il periodo olimpico.

MB&NS

Sommario

La Rai, durante i XX Giochi Olimpici Invernali Torino 2006 ha promosso una sperimentazione sulle più recenti tecnologie DVB/MPEG. Nel periodo dal 10 al 26 febbraio, il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica ha organizzato e realizzato la diffusione nell'area di Torino e delle Montagne Olimpiche piemontesi di un unico canale DTT (grazie all'adozione della modulazione gerarchica) comprendente un programma HDTV codificato MPEG-4/AVC e un multiplex DVB-H di 7 programmi TV e 6 radiofonici.
Alla sperimentazione, che ha consentito di raccogliere preziose informazioni sui futuri servizi di TV ad alta definzione e di TV Mobile, hanno collaborato parter tecnologici di rilevanza internazionale.

1. Scintille di Passione

E' il 10 febbraio 2006, due miliardi di spettatori assistono, nel mondo, alla Cerimonia di Apertura dei XX Giochi Olimpici Invernali. Due sono le settimane di competizione, passione ed entusiasmo che seguono questo evento, e che si concludono con la altrettanto spettacolare Cerimonia di Chiusura, il 26 febbraio.

La tecnologia è da sempre una protagonista dei più importanti eventi sportivi, in particolare le Olimpiadi, poiché tali manifestazioni sono trasmesse e seguite con grande interesse in tutto il mondo e l'innovazione tecnologica si dimostra determinante nel migliorare l'impatto emotivo e nel far crescere il coinvolgimento dello spettatore, anche quello che segue gli eventi da casa.

HDTV e TV Mobile
scintille di passione a Torino

Acronimi e sigle

AVC	Advanced Video Coding
BD	Blu-ray Disc (www.blu-raydisc.com)
DLP	Digital Light Processing
DTT	Digital Terrestrial Television
DVB -H -T	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org) -Handheld -Terrestrial
EICTA	European Industry Association for Information Systems, Communication Technologies and Consumer Electronics (www.eicta.org)
GPSR	General Packet Radio Service
HD-DVD	High Definition (o High Density) - Digital Versatile Disk (www.dvdforum.org)
HD-SDI	High Definition - Serial Digital Interface
HDTV	High Definition TeleVision
IBC	International Broadcasting Centre
ITU	International Telecomminication Union (www.itu.org)
LCD TFT-	Liquid Crystal Display Thin FilmTransistor-
LFE	Low Frequency Effects
MPEG	Motion Picture Expert Group: gruppo di lavoro congiunto ISO/IEC
MPEG-2	standard ISO/IEC 13818
MPEG-4	standard ISO/IEC 14496
PDP	Plasma Display Panel
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase-shift Keying
SDI	Serial Digital Interface
SDTV	Standard Definition TeleVision
SFN	Single Frequency Network
STB	Set-Top-Box
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers (www.smpte.org)
TOBO	Torino Olympic Broadcasting Organisation
TOROC	Torino ORganising Committee
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System

Torino 2006 ha svolto un ruolo importante anche nel quadro della innovazione tecnologica televisiva: per la prima volta tutti gli eventi sono stati resi disponibili in formato alta definizione (si veda il riquadro “HDTV a Torino”) e vi è stata un’ampia diffusione in formati adatti a internet e alla visualizzazione sugli schermi dei terminali mobili.

La Rai ha promosso, grazie all’iniziativa della Direzione Strategie Tecnologiche, ed in particolare del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica,

HDTV a Torino

La televisione ad alta definzione (HDTV) è uno standard che offre una definzione dell’immagine fino a cinque volte superiore a quella consentita dalla TV convenzionale [1].

La Rai, ed in particolare il Centro Ricerche, ha avuto un ruolo importante nello sviluppo della HDTV [2]; fondamentale fu la dimostrazione della possibilità di trasmettere via satellite le partite dei campionati mondiali di calcio di Italia ‘90: per la prima volta si utilizzarono le tecniche digitali di compressione che sono alla base dei sistemi odierni.

A Torino, per la prima volta nella storia dei Giochi Olimpici invernali, gli apparati per la ripresa e diffusione televisiva sono stati completamente digitali ed il TOBO ha fornito alle televisioni mondiali il segnale relativo a tutti gli eventi in formato alta definizione.

Infatti la maggior parte degli eventi (cerimonie di apertura e chiusura, Hockey, Pattinaggio di velocità e di Figura, Short Track, Salto, Free style) è stata ripresa da telecamere HDTV (formato 1080i, cioè 1920 pixel per 1080 righe, interlacciata a 50 Hz, rapporto di immagine 16:9). Gli altri sport sono stati ripresi in TV a definizione convenzionale (SDTV), rapporto d’immagine 16:9, ma il TOBO ha fornito i segnali relativi anche a questi eventi nel formato alta definizione, grazie al processo di conversione (up-conversion).

una sperimentazione di diffusione sia in alta definizione che per TV mobile degli eventi olimpici, con un'area di copertura estesa su Torino e su parte dei siti sulle montagne olimpiche.

Scopi dell'iniziativa sono stati la sperimentazione e la promozione delle più recenti tecnologie atte a fornire servizi sempre migliori, in termini di qualità e opporunità di fruizione. L'iniziativa del Centro Ricerche conferma Torino come luogo di eccellenza per la ricerca nel campo delle telecomunicazioni ed in particolare della televisione.

Il codificatore EN5990 della Tandberg per la codifica HDTV in AVC

2. HDTV e TV Mobile

Le riprese e la produzione in alta definizione erano competenza del TOBO ed i segnali pervenivano dai vari siti olimpici all'IBC, a Torino Lingotto, mediante collegamenti in fibra ottica.

La Rai ha allestito presso l'IBC una sala per gestire tutte le funzionalità di messa in onda (vedere riquadro “Impianto Rai presso IBC”) del canale sperimentale HDTV. Grande cura è stata posta nella progettazione dell'impianto, complicato dall'uso di numerosi apparati prototipali e dalla coesistenza di diversi tipi di segnali di sincronizzazione, per garantirne l'affidabilità. Infatti il sistema ha operato per tutta la durata della manifestazione. Durante il giorno veniva mandato in onda in diretta il segnale fornito dal TOBO, a cui era aggiunto, se disponibile, il commento parlato del giornalista Rai, oppure repliche dal sistema di videoregistrazione. Di notte veniva ritrasmesso il bit-stream registrato nel corso della giornata.

Con questa sperimentazione, si è realizzato il primo test in assoluto di trasmissione di un evento di tale durata e importanza in formato HD mediante il sistema di diffusione digitale terrestre (DTT) utilizzando il nuovo standard di compressione AVC (vedere riquadro “Codifica video AVC”).

continua a pag.13...

Codifica video AVC

La TV e HDTV digitale viene normalmente diffusa utilizzando il sistema di compressione video MPEG-2 [3]. Per questa sperimentazione, invece, il sistema adottato è il recente standard MPEG-4 Parte 10, noto anche come AVC (Advanced Video Coding) o H.264 [4], su cui si basano i prossimi sistemi di diffusione DVB (satellite, terrestre e per terminali mobili) e registrazione ottica (BD e HD-DVD).

Grazie ad AVC è possibile ottenere un notevole miglioramento di qualità, a parità di bit-rate, oppure, a parità di qualità, un risparmio in bit-rate stimabile nel 50%. E' quindi possibile in futuro l'introduzione di servizi HDTV, senza che ciò implichi necessariamente un ridimensionamento del numero di programmi SDTV attualmente diffusi.

L'introduzione della codifica AVC implica però l'uso di nuovi codificatori e di nuovi decodificatori, infatti l'incremento nella complessità dell'algoritmo ha richiesto lo sviluppo di nuovi circuiti integrati (chip-set), adottati dai ricevitori/decodificatori (STB). Per questa sperimentazione i partner tecnologici hanno messo a disposizione alcuni dei primi prototipi e apparati basati su AVC: codificatori della Tandberg, STB della ADB, dotati dei chip-set della ST.

Dai siti olimpici all'IBC, su fibra ottica

I segnali televisivi ripresi in formato HDTV 1080i nei siti olimpici, oppure ripresi in SDTV e convertiti nel formato HD, pervengono al TOBO (presso l'IBC) per mezzo di una trasmissione su fibre ottiche con codifica HD-SDI per poi essere da qui trasmessi in tutto il mondo. Sono disponibili, ma non sempre tutti attivi, 16 canali video, di cui 7 in alta definizione nativa.
Per molti eventi è disponibile l'audio multicanale, che comprende 6 canali per un surround 5.1, più una coppia stereo codificata secondo il sistema Prologic.

	Pragelato	Sci di fondo, Salto e Combinata nordica
	Sauze d'Oulx	Freestyle
	Sestriere	Sci alpino
	Cesana Pariol	Bob, Skeleton, Slittino
	San Sicario, Fraiteve	Sci Alpino (Discesa libera, Super G, Combinata femminile)
	Bardonecchia	Snowboard

HD-SDI

SDI è l'interfaccia per il trasporto del segnale video digitale non compresso utilizzato in ambito professionale, corrisponde allo standard ITU-R BT.656 e SMPTE 259M. HD-SDI indica invece lo standard SMPTE 292M, l'interfaccia utilizzata per il trasporto del segnale HDTV non compresso, ad un bit-rate nominale di 1,485 Gbit/s (frequenza di ripetizione di immagine 60 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 25 Hz, e 24 Hz).

Audio Surround

Il segnale audio surround 5.1 è costituito da 6 canali audio. Tre canali corrispondono agli altoparlanti frontali, sinistro (L, left), destro (R, right) e centrale (C, center); due canali sono relativi agli altoparlanti laterali/posteriori a sinistra (L_S, left surround) e destra (R_S, right surround); l'ultimo canale (LFE) veicola segnali a basse frequenze destinati ad un altoparlante dedicato (subwoofer).
Il sistema Surround Prologic II codifica, mediante una matrice, i cinque segnali audio più uno in una coppia stereo, da cui possono essere estratti ed avviati ad un sistema di riproduzione surround da un impianto adatto.

	Stadio Olimpico	Cerimonie di apertura e chiusura
	Palasport Olimpico e Torino Esposizioni	Hokey su ghiaccio
	Oval Lingotto	Pattinaggio di velocità
	Palavela	Pattinaggio di figura e Short track
	Pinerolo	Curling

Impianto Rai presso IBC

I segnali video entrano in una matrice Utah Scientific HD-SDI, con 32 ingressi e 16 uscite, collegata con un master control Utah MC 2020, un prototipo, per consentire la scelta del video da mettere in onda e l'inserimento di contributi grafici.   Nell'impianto erano presenti una titolatrice, funzionalità grafiche e tutti gli apparati necessari per sincronizzazioni, embedder e de-embedder, frame sync, distribuzione, apparati di riserva, gestione delle emergenze. All'uscita, il segnale video è codificato in formato MPEG-4/AVC MP@Level 4.0 mediante l'encoder EN5990 della Tandberg.

I sistemi di memorizzazione sono costituiti da: video server DVS in grado di registrare fino a 50' di segnale HD in forma non compressa; HDCAM-SR (segnale HD in forma compressa, caratterizzato da un'elevata qualità video, e fino a 12 canali audio), HDCAM (registra il video compresso con qualità inferiore e 4 canali audio). Inoltre un sistema è in grado di memorizzare il bit-stream del programma trasmesso di giorno, per diffonderlo in replica durante la notte.

I segnali audio entrano nel mixer audio DM2000 della Yamaha: il segnale 2.0 è codificato dall'encoder della Tandberg (codifica MPEG-1 / Layer 2), il segnale 5:1 è codificato in formato AC3 da un apparato Dolby.

Due immagini della control unit Rai presso la IBC a Torino Lingotto.

Area di copertura montana

Dal Centro Ricerche, via fibra ottica, il segnali HDTV e DVB-H sono multiplati e trasferiti all'IBC e da qui, mediante un collegamento satellitare (Eutelsat W3A) al trasmettitore RaiWay del Fraiteve.
Qui i dati HDTV e DVB-H entrano insieme in due remultiplexer per alimentare con due flussi il modulatore DVB-T di tipo gerarchico. Il Fraiteve opera come trasmettitore principale della rete SFN di cui fanno parte anche i trasmettitori di Pragelato, Bardonecchia, Monti della Luna e Sestriere.

Il trasmettitore RaiWay del Fraiteve da cui il segnale raggiunge i 4 ripetitori SFN.

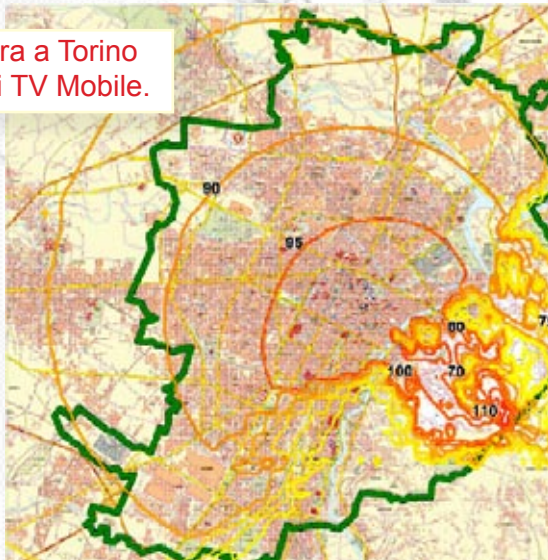
Impianto trasmittente RaiWay del Sestriere

I segnali destinati alla rete SFN sulle montagne olimpiche arrivano da Torino per mezzo del satellite per comunicazioni W3A dell'Eutelsat.

Centro Trasmittente RaiWay a Torino Eremo

Area di copertura a Torino per il servizio di TV Mobile.

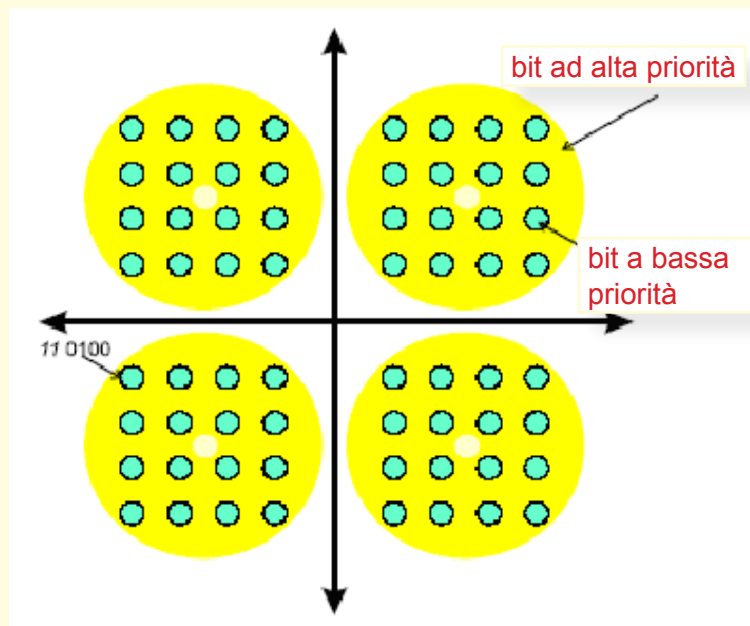
Centro Ricerche Rai

IBC a Torino Lingotto

Area di copertura torinese

Dal Centro Ricerche, via ponte radio SDH, i flussi DVB-H e HDTV arrivano al trasmettitore di Torino Eremo per la diffusione in digitale terrestre (DTT) sul canale 29. Per migliorare la ricezione all'interno degli edifici per la TV Mobile, al trasmettitore da 4 kW ERP dell'Eremo è stato aggiunto un trasmettitore gap filler, posto sul grattacielo Rai di Via Cernaia, a settantacinque metri di altezza.
I gap filler sono dei piccoli ripetitori, estremamente semplificati, di piccola potenza che ricevono e trasmettono sul medesimo canale (SFN), pertanto non occupano frequenze differenti o aggiuntive rispetto al canale di emissione principale e vengono usati per coprire zone nelle quali la ricezione del segnale risulta difficile.

Modulazione gerarchica

La modulazione gerarchica è prevista dallo standard DVB-T per consentire di distribuire i dati su due flussi separati: un flusso caratterizzato da un bit-rate inferiore, ma che richiede una priorità e/o una robustezza maggiore, l'altro flusso avente un bit-rate superiore, ma per cui si accetta una priorità e/o robustezza inferiore.
Questa opportunità è stata utilizzata, nel caso di questa sperimentazione, per diffondere mediante la rete di televisione terrestre due informazioni completamente indipendenti: infatti un flusso è relativo alla HDTV, caratterizzata da un elevato bit-rate, l'altro flusso è quello del multiplex per la TV Mobile (DVB-H) che, ha un bit rate inferiore, ma richiede una maggiore robustezza poiché deve essere decodificato da terminali mobili, e quindi in condizioni di ricezione a volte non ottimali e con antenne non direttive.

La modulazione gerarchica utilizzata è caratterizzata da una costellazione 64-QAM non uniforme.
In una modulazione QAM le ampiezze di due onde in quadratura sono modificate (*keyed*) in modo da identificare un numero discreto di punti (normalmente una potenza di 2) corrispondente al numero di simboli che possono essere emessi dalla sorgente. Nello spazio dei segnali viene quindi rappresentata una costellazione di punti disposti uniformemente, equispaziati orizzontalmente e verticalmente. La 64-QAM associa un simbolo di 6 bit (2^6=64) a ciascun punto della costellazione. Se i punti non sono equispaziati, ma vengono organizzati in cluster, come nella figura, si realizza una struttura gerarchica, costituita da 4 cluster, ciascuno formato da 16 punti: la 64-QAM può quindi essere interpretata come la combinazione di una modulazione QPSK corrispondente ai 4 cluster (ad ogni cluster sono quindi associati 2 bit), più una16-QAM (cioè a ciascun punto all'interno di un cluster sono associati 4 bit).
L'informazione totale è quindi suddivisa in due flussi: il flusso HP (*High Priority*) ed il flusso LP (*Low Priority*) e viene definito il parametro α, che indica di quanto si riduce la distanza tra i simboli appartenenti al singolo cluster, mentre, contestualmente, aumenta la distanza fra i cluster. Con α=1 la modulazione coincide con la 64-QAM uniforme, mentre con valori di α pari a 2 oppure 4, si modificano le caratteristiche in termini di robustezza, o probabilità di errore, che differenziano i due flussi.
Nella sperimentazione α è stato scelto pari a 2

...continua da pag.7

Il segnale complessivo codificato, pari a circa 16 Mbit/s, comprendeva il video HD compresso AVC (14,5 Mbit/s), un audio stereo (384 kbit/s), un audio 5.1 codificato AC3 (448 kbit/s).

Il segnale codificato, trasferito mediante fibra ottica, al Centro Ricerche veniva cifrato utilizzando apparati Irdeto di Accesso Condizionato in modo da evitare eventuali accessi non autorizzati e indebiti nel corso dei successivi trasferimenti. Sempre al Centro Ricerche veniva aggiunto il multiplex di programmi per la TV mobile

Il servizio di TV Mobile prevedeva un bouquet costituito da 7 programmi TV, codificati secondo lo standard H.263, e 6 programmi radio. Al multiplex complessivo DVB-H corrispondeva un flusso pari a 5,53 Mbit/s. La risoluzione delle immagini era pari a 176 x 144 pixel (formato d'immagine 4:3). Il bit-rate per ciascun programma TV era pari a 250 kbit/s per il video e 25 kbit/s per l'audio.

L'area torinese era quindi raggiunta dal servizio di diffusione HDTV e di TV Mobile grazie al trasmettitore di Torino Eremo (vedere riquadro "Area di copertura torinese", p. 11).

Mediante un collegamento fibra ottica - satellite - rete DTT il segnale veniva diffuso in parte delle montagne olimpiche (vedere riquadro "Area di copertura montana a p. 10).

Una novità della sperimentazione è consistita nell'uso della modulazione gerarchica per codificare separatamente i due flussi di dati: il segnale HDTV e il multiplex per la TV Mobile (vedere riquadro "Modulazione gerarchica", p. 12).

L'assegnazione del flusso ad alta priorità congiuntamente all'uso di un codice con protezione più elevata (vedere riquadro "Code rate") ha consentito la diffusione del servizio di TV Mobile in condivisione di canale con quello HDTV, nonostante le differenti caratteristiche di ricezione, ovviamente molto più critiche nel caso di servizi rivolti a terminali mobili, privi di antenna direttiva.

Code rate

Nei collegamenti radio o via satellite, per migliorare le prestazioni in termini di probabiltà di errore sui dati utili trasportati, si adottano normalmente i codici convoluzionali. In un codice convoluzionale ad ogni gruppo di m bit di informazione sono associati n bit trasmessi, con $n>m$: a spese di un incremento del bit-rate è possibile ridurre il numero di errori fra i bit di informazione decodificati. Il rapporto m/n è detto *code rate*: al diminuire del valore di *code-rate* si migliora la probabilità di errore, a spese di una maggior ridondanza dovuta al codice.
Nella sperimentazione, grazie all'uso della modulazione gerarchica, sono distinti due flussi a cui è possibile assegnare valori di code-rate differenti: 1/2 per le informazioni per la TV mobile (DVB-H) che deve essere più robusta e 3/4 per le informazioni relative alla HDTV, per cui si accetta una minor robustezza, poiché le condizioni di ricezione sono normalmente migliori.

DVB-H

Il DVB-H [5] è il protocollo più recente definito dal consorzio DVB per offrire servizi anche agli utenti in mobilità. La ricezione può essere sia indoor (all'interno degli edifici) sia outdoor (mentre si cammina, viaggia in macchina o in treno).
E' stato pensato come un'evoluzione del sistema DVB-T, di cui condivide le gamme di frequenze, aggiungendo le funzionalità necessarie per la ricezione in movimento, un basso consumo e una maggior sinergia con internet.
Dal punto di vista dei servizi, consente di fruire di servizi televisivi radiofonici e multimediali – liberi o a pagamento – attraverso l'uso di terminali mobili di nuova generazione, non solo telefoni cellulari o PDA ma anche, ad esempio, pc portatili ed ipod.
E' una tecnologia diffusiva ("broadcast") e quindi lo stesso contenuto può essere diffuso contemporaneamente a un numero elevatissimo di utenti, con un costo che può essere nettamente inferiore a quello possibile se trasmesso con sistemi basati su reti cellulari come, ad esempio, l'UMTS.

Il prototipo del decoder ADB utilizzato nel corso della sperimentazione, basato sul single-chip video decoder STB7100 della ST, in grado di decodificare anche segnali video in alta definizione utilizzanti il nuovo standard di compressione AVC.

3. Ricevitori e punti visione

Per consentire l'estensione della sperimentazione al più ampio e qualificato pubblico possibile sono stati organizzati punti visione dotati del prototipo di STB (sviluppato dalla ADB) in grado di decodificare i segnali HDTV compressi con il nuovo standard AVC. Il segnale in uscita dal STB era visualizzato su display dotati di interfacce e risoluzione adatte per visualizzare le immagini HDTV (si veda il riquadro "HD ready").

Per tutta la durata dei giochi olimpici è stato possibile seguire le immagini diffuse grazie alla sperimentazione HDTV sia in quindici punti visione allestiti a Torino, che presso undici punti visione presso gli uffici turistici delle località montane.

.continua a pag.17

HD ready

Gli apparati etichettati HD ready sono in grado di elaborare e visualizzare segnali ad alta definizione, sulla base di alcuni requisiti funzionali minimi. Introdotto dall'associazione dell'industria europea EICTA nel gennaio 2005, questo logo indica che gli apparati soddisfano i seguenti requisiti essenziali: risoluzione nativa minima pari a 720 righe, formato d'immagine *widescreen* e la capacità di accettare come ingresso i formati 1280 x 720 pixel a 50 e 60 Hz progressivo (720p) e 1920 x 1080 pixel a 50 e 60 Hz interlacciato (1080i). Ulteriori requisiti fondamentali sono relativi all'interfacciamento fra display e la sorgente video.
Sono ormai disponibili display, schermi piatti e proiettori, basati sulle diverse tecnologie (PDP, LCD, DLP) che soddisfano a tali requisiti.

Alcuni dei 15 punti visione in Torino, dotati di STB e display per HDTV: il Media Centre, la stazione ferroviaria di Porta Nuova, la vetrina de La Stampa, alcuni Hotel, le sedi Rai in Via Cernaia, il Centro di Produzione di Torino e il Centro Ricerche.

I formati d'immagine 16:9 e 4:3

Un sistema ad alta definizione è progettato per consentire la visione a circa tre volte l'altezza della immagine, in modo che il sistema sia virtualmente, o quasi, trasparente e offra una qualità di riproduzione analoga a quella percepita nella scena o rappresentazione originale da uno spettatore con normale acuità visiva. Il formato 1080i (1920 pixel x 1080 righe, 50 Hz interlacciato) utilizzato per le riprese HD durante Torino 2006 soddisfa questo criterio e quindi, grazie alle ottime prestazioni dei sistemi di compressione digitali, gli spettatori, di fronte ad uno schermo di elevate risoluzione e prestazioni, possono seguire gli eventi sportivi più spettacolari, come se fossero nel luogo stesso dell'evento.

Il regista Massimo Morelli, che ha curato la regia per i programmi forniti dal TOBO per la messa in onda sul programma HDTV sperimentale, nel corso della conferenza stampa tenuta sull'iniziativa Rai, ha messo in luce i vantaggi offerti dalla Alta Definizione sia in termini di spettacolarità dell'immagine, che di maggior coinvolgimento emotivo.
Ha anche evidenziato i problemi di regia e di ripresa legati alla necessità di prevedere una produzione adatta alla diffusione secondo due diversi formati di immagine (16:9 e 4:3). Infatti le immagini fornite dal TOBO potevano essere diffuse dai vari broadcaster mondiali sia nel formato HD con rapporto d'immagine 16:9, sia in definizione convenzionale (SDTV), sempre con rapporto 16:9, ma anche in SDTV con rapporto 4:3. Gli utenti SDTV con schermo 4:3 non godono dei vantaggi dell'alta definizione e non vedono due porzioni laterali dell'immagine ripresa. Non si vuole che queste siano porzioni significative, del punto di vista dei contenuti dell'immagine, e quindi nella ripresa si adotta la tecnica del *protected shooting*: in questo caso l'immagine HD non soddista i criteri ottimali della composizione fotografica dell'inquadratura e quindi è criticabile dal punto di vista della tecnica di ripresa.

Ovviamente questa limitazione potrà essere superata quando la maggior parte dei display presso gli utenti sarà 16:9, e possibilmente in alta definizione.

Massimo Morelli, in primo piano, alla regia presso l'IBC.

Una immagine HD utilizzata per illustrare la tecnica del *protected shooting*.

Il terminale DVB-H della Nokia utilizzato nel corso della sperimentazione.

...continua da pag.14

Il bouquet per la TV Mobile era costituito da 7 programmi TV (RaiUno, RaiDue, RaiTre, RaiSport, RaiNotizie24, RaiFutura, RaiMobile), e 6 programmi radio (Radio1, Radio2, Radio3, Isoradio, GRParlmento, Auditorium).

Uno dei programmi, RaiMobile, è stato realizzato appositamente per la diffusione DVB-H, tenendo conto che il tipico utente di TV Mobile richiede programmi di breve durata (massimo 15-20 minuti) e la cui visione possa iniziare in qualsiasi momento.

Allo scopo di sperimentare il più ampiamente possibile le possibilità offerte dal nuovo servizio, i programmi (tv e radio) erano organizzati in *bundle* (Basic, Premium, Mobile), infatti è previsto che l'accesso al servizio regolare possa avvenire mediante abbonamento su base mensile attraverso gli operatori di rete mobile, ed una guida elettronica ai servizi forniva informazioni sui programmi con un anticipo di una settimana.

Estese campagne di misura nell'area torinese, per valutare l'area di copertura del segnale DVB-H, hanno preceduto le settimane di sperimentazione durante gli eventi olimpici. Nel corso delle settimane olimpiche sono stati distribuiti circa 50 terminali Nokia ad altrettanti utenti coinvolti nella sperimentazione. I terminali di alcuni utenti erano dotati di un software che consentiva di monitorare le loro abitudini di scelta e visione dei programmi di TV Mobile, i dati acquisiti venivano giornalmente trasmessi ad un apposito server mediante collegamento GPRS.

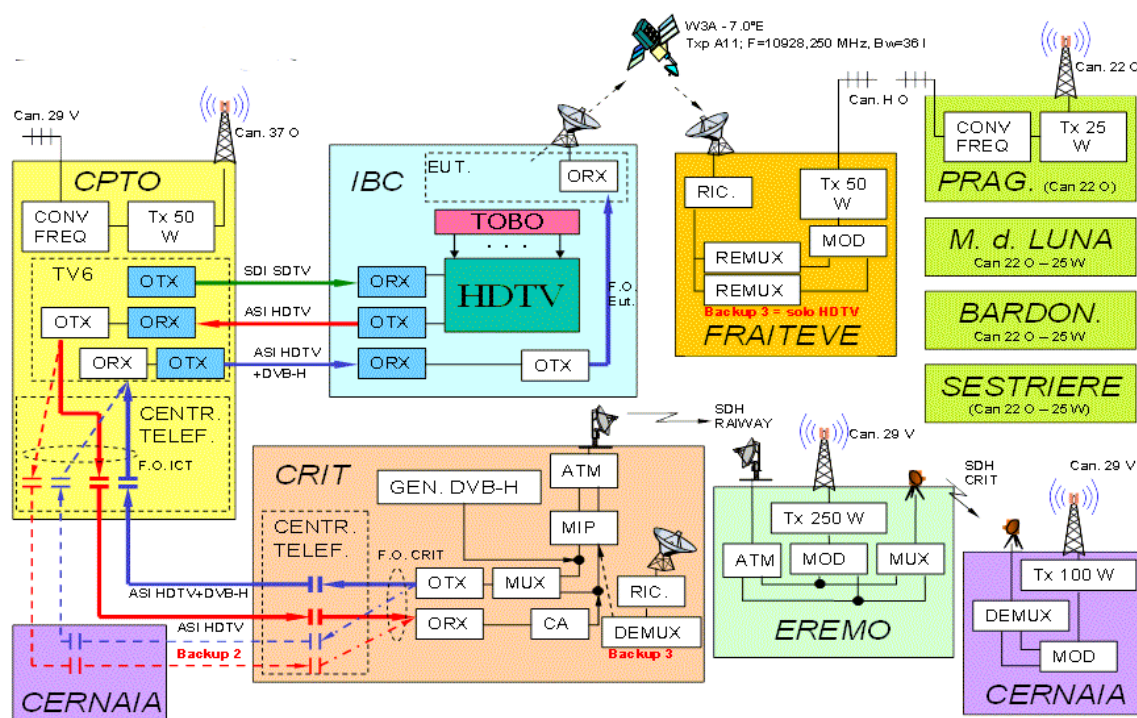
4. La passione abita qui

Il motto di Torino 2006 è “Passion lives here”, ovvero la “Passione abita qui”, e la passione ha svolto un ruolo determinante nell’organizzazione dell’insieme di professionalità e competenze della Rai e dei partner e nella messa a punto del complesso sistema di tecnologie e apparati (spesso prototipi) che hanno reso possibile questa sperimentazione.

Le XX Olimpiadi Invernali di Torino 2006 hanno rappresentato un’opportunità unica, per la Rai ed i suoi partner, per valutare e promuovere le più recenti tecnologie DVB/MPEG e per raccogliere preziose informazioni sulle prospettive dei nuovi servizi di televisione ad alta definizione e di TV Mobile.

Schema a blocchi riassuntivo

La sperimentazione durante Torino 2006 è caratterizzata da una notevole complessità, perché ha comportato il progetto, l’organizzazione e la gestione di una stuttura comprendente produzione, trasmissione e ricezione, a cui hanno contribuito le diverse professionalità indispensabili per il successo dell’iniziativa.

Lo schema a blocchi riassume, con dettaglio tecnico, le diverse funzioni distribuite nelle varie localizzazioni della Rai: CRIT (Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica), CPTO (Centro di Produzione di Torino), Cernaia (sede di ICT, attraverso cui transitano le fibre ottiche di collegamento fra le varie sedi Rai e su cui era posto il trasmettitore gap-filler), i trasmettitori di RaiWay (Torino Eremo, Fraiteve, Pragelato, Monti della Luna, Bardonecchia, Sestriere). E’ inoltre indicato il centro di controllo nell’ambito dell’IBC, a cui pervengono le immagini HDTV del TOBO e da cui transita il multiplex HDTV + DVB-H per collegamento via satellite (Eutelsat).

L'ing. Alberto Morello, direttore del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, nell'elencare i risultati raggiunti con questa sperimentazione, in quanto entusiasta praticante degli sport della montagna e professionista dell'ingegneria delle telecomunicazioni, ama esprimere la propria soddisfazione poiché questo progetto ha saputo felicemente combinare un ampio insieme di innovazioni tecnologiche con il più importante e spettacolare evento sportivo nelle Montagne Olimpiche piemontesi e a Torino.

Lo stendardo olimpico "Passion lives here", posto di fronte al Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

Bibliografia

1. M. Barbero, N. Shpuza: I formati HDTV (le raccomandazioni ITU-R BT.709 e BT.1543), Elettronica e Telecomunicazioni, anno 54, n. 1, aprile 2005

2. M. Barbero, N. Shpuza: L'Alta Definizione a Torino 1986-2006, Elettronica e Telecomunicazioni, anno 54, n. 3, dicembre 2005

3. M. Barbero, N. Shpuza: Uno standard pervasivo (MPEG-2 video), Elettronica e Telecomunicazioni, anno 52, n. 1, aprile 2003

4. M. Barbero, N. Shpuza: Advanced Video Coding (AVC - H.264§): il prossimo futuro, Elettronica e Telecomunicazioni, anno 52, n. 1, aprile 2003

5. A. Bertella, P. Casagranda, D. Milanesio, M. Tabone: Il sistema DVB-H per la TV Mobile, Elettronica e Telecomunicazioni, anno 54, n. 3, dicembre 2005

I partner dell'iniziativa

Il progetto è stato ideato e organizzato dal Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, con il coordinamento della Direzione Strategie Tecnologiche.

Hanno collaborato il Centro di Produzione di Torino e Rai Sport.

I partner tecnologici al progetto hanno cooperato con entusiasmo nel rendere operativa la complessa catena: satellite (Eutelsat), fibre ottiche, collegamenti radio e trasmettitori (RaiWay), apparati di studio HDTV (CVE), codificatore MPEG-4/AVC (Tandberg), ricevitori STB (ADB) basati sul nuovo chipset STB7100 (ST) e tecnologia per l'Accesso Condizionato (Irdeto), display al plasma HD-Ready (Panasonic) e ricevitori per la TV Mobile (Nokia).

Copertina della brochure distribuita nei punti visione, con la descrizione della sperimentazione della Rai ed i loghi dei parter tecnologici.

Comunicati stampa con cui alcuni dei partner tecnologici hanno pubblicizzato la loro partecipazione alla sperimentazione organizzata dalla Rai in occasione nei Giochi Olimpici invernali di Torino.

La sperimentazione Rai a Torino

Il riconoscimento all' IBC 2006

Amsterdam, 10 settembre 2006
da sinistra: Gino Alberico, Mario Stroppiana e Alberto Morello (Direttore del Centro Ricerche Rai) ricevono l'attestato da Michael Bunce (Chairman IBC Partnership Board)

L'"Innovation Judges' Award" è il più prestigioso dei quattro riconoscimenti all'innovazione introdotti quest'anno dall'IBC (International Broadcasting Convention, www.ibc.org): premia applicazioni tecnologiche in cui convergano la creazione, la gestione e la distribuzione di contenuti in termini innovativi e che comportino benefici notevoli per gli utenti.

Il riconoscimento è stato assegnato a Infront Media and Host Broadcast Services (HBS) per la Produzione New Media per la 2006 World Cup.

Al secondo posto troviamo il progetto del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, che ha consentito di sperimentare durante i Giochi Olimpici Invernali di Torino 2006 la trasmissione mediante un unico canale DTT (per la televisione digitale terrestre) di un programma HDTV e della TV Mobile nell'area di Torino e di alcuni dei siti nelle Montagne Olimpiche [1,2,3]. Al progetto hanno collaborato, con la Direzione Strategie Tecnologiche, la Produzione Rai, RaiWay, ed i partner tecnologici ADB, CVE, Eutelsat, Irdeto, Panasonic, ST, Tandberg.

Il riconoscimento, assegnato da una giuria di giornalisti della stampa specializzata internazionale, è stato consegnato ad Alberto Morello, direttore del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, nel corso della cerimonia tenuta il 10 settembre presso il Park Foyer del centro fieristico di Amsterdam.

Riferimenti Bibliografici

1. "HDTV e TV Mobile, scintille di passione a Torino", Elettronica e Telecomunicazioni, anno 55, n. 1, aprile 2006.

2. A. Morello: "HD Olympics", DVB-scene, No. 17, March 2006, www.dvb.org

3. A. Morello, G. Alberico, M. Stroppiana: Rai HDTV and DVB-H Trials during the Turin Winter Olympics, IBC 2006 Conference, Amsterdam, September 2006

Il DVB-H e la TV Mobile: nuovi contenuti per nuove modalità di fruizione

ing. Gino **Alberico**[1],
ing. Paolo **Casagranda**[1],
Chiara **Migliardi**[2]

[1]**Rai**
Centro Ricerche e InnovazioneTecnologica
Torino

[2]Laureata in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione presso il **Politecnico di Torino**

Sommario
La tecnologia DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld) permette la ricezione di programmi TV su terminali portatili in modalità broadcast, superando molte problematiche insite nell'utilizzo di reti cellulari per la TV mobile. La crescente maturità della tecnologia sposta ora l'attenzione verso i nuovi servizi e contenuti che il nuovo mezzo di comunicazione potrà convogliare. Il seguente articolo descrive la ricerca sociologica sulla TV Mobile svoltasi nel 2006 presso il Centro Ricerche Rai.

1. Introduzione

La TV Mobile su DVB-H si sta diffondendo velocemente non solo in tutta Europa, dove è nata grazie ai gruppi ad hoc del DVB, ma anche nel resto del mondo (USA, Australia e Russia hanno pianificato per l'inizio di quest'anno il lancio del servizio commerciale). L'adozione dello standard su larga scala ha permesso l'inizio di due fasi: una di raffinamento delle specifiche (vedi ad esempio [1-5]), per includere casi reali non del tutto formalizzati all'inizio della standardizzazione, e una di convergenza delle piattaforme attualmente in uso verso uno standard unico, come recentemente auspicato anche dal Commissario Europeo per la Società dell'Informazione e i Media Viviane Reding (vedi [6]). Questo pone anche il DVB-H in vantaggio probabilmente decisivo rispetto alle tecnologie concorrenti (T-DMB e MediaFLO di Qualcomm).

La veloce espansione della tecnologia DVB-H, con l'Italia in prima posizione sia per lancio dei servizi commerciali sia per know-how sul campo, ha aperto nuove questioni, legate tanto alla fruizione di questa TV Mobile o Personale ed ai contenuti, quanto ai possibili modelli di business.

In questa cornice si inserisce la sperimentazione DVB-H del Centro Ricerche che, a partire dalla fine del 2005, ha avviato il servizio utilizzando la piattaforma tecnologica fornita da Nokia, e attuando la copertura della città di Torino con una rete di due trasmettitori (TO-Eremo e TO-Cernaia) sul canale 29-UHF (vedi anche [7-8]).

Nell'ambito della sperimentazione, è stata effettuata, durante i mesi di Maggio e Giugno 2006, un'indagine sociologica sulla TV Mobile, portata a termine grazie al contributo di un gruppo di studenti di Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di

Comunicazione. L'analisi intendeva comprendere gli impatti di questo mezzo di comunicazione su due fronti, i contenuti e le modalità di fruizione da parte degli utenti. Sono stati poi presi in considerazione anche alcuni fattori economici, data una loro possibile influenza sugli aspetti appena menzionati.

L'analisi ha avuto quindi un carattere più sociologico che tecnologico, e si è concentrata maggiormente sui contenuti e sul mezzo di comunicazione.

2. La sperimentazione DVB-H a Torino

I primi test sulla tecnologia DVB-H a Torino con trasmissioni live vengono eseguiti alla fine del 2004, senza un handheld compatibile con lo standard, ma utilizzando ricevitori prototipali della ditta DibCom connessi ad un PC per ricevere i dati trasmessi. Il protocollo FLUTE non era stato ancora scelto dalla Call for Technologies del gruppo ad hoc TM-CBMS, e veniva quindi usato il BTFTP, creato al Centro Ricerche per i test di data-broadcasting su DVB.

Verso la fine del 2005 Rai si dota della piattaforma DVB-H Nokia, la prima disponibile per i trial tecnologici e commerciali, e iniziano le trasmissioni di 7 canali televisivi e 6 canali radiofonici sull'area di Torino. La sperimentazione prevede l'assegnazione a 50 utenti interni residenti nell'area di Torino ed escludendo i tecnici esperti della tecnologia che deve essere valutata, di un telefono Nokia 7710 con ricevitore DVB-H SU-22. Tutti i dati di visione vengono registrati grazie ai file di log inviati dai telefoni ai Server del Centro Ricerche.

A Febbraio 2006 iniziano le Olimpiadi Invernali, e Rai attiva sul canale sperimentale UHF 29 la modulazione gerarchica, trasmettendo sia il bouquet con i canali di TV Mobile su DVB-H (in alta priorità) sia l'HDTV codificata in H.264 (in bassa priorità, vedi [7]). Viene avviata così una sperimentazione innovativa, descritta ad IBC2006 e giudicata meritevole di competere come finalista al più prestigioso dei suoi riconoscimenti, il Judges' Award [8].

Intanto piattaforme e terminali per la TV Mobile evolvono, e la sperimentazione a Torino viene allargata includendo i terminali Nokia N92 e LG KU950, che supportano entrambi il formato H.264 e presentano un grado di maturità tecnologica molto più elevato e una user experience decisamente migliore.

Glossario	
AAC	Advanced Audio Coding, formato di codifica audio, parte 7 della specifica di MPEG-2 ISO/IEC 13818
AMR-WB	Adaptive Multi Rate Wide Band, formato di codifica audio, Raccomandazione ITU-T G.722.2
BTFTP	Broadcast Trivial File Transfer Protocol, proposta del Centro Ricerche Rai per il trasporto di file su canale unidirezionale, draft RFC (Request For Comment) della IETF (Internet Engineering Task Force)
DVB	Digital Video Broadcasting, consorzio nato in Europa per la creazione di standard televisivi e di trasmissione dati globali. Da qui nascono, tra gli altri, lo standard DVB-H per la TV Mobile, il DVB-T per la televisione digitale terrestre
CBMS	Convergence of Broadcast and Mobile Services, il gruppo ad hoc del modulo tecnico del consorzio DVB che si è occupato di standardizzare i protocolli per IP Datacasting e TV Mobile su DVB-H
FLUTE	File Delivery over Unidirectional Transport Protocol, protocollo per il trasporto di file su canale unidirezionale, scelto dal gruppo TM-CBMS per la TV Mobile su DVB-H
H.263	Raccomandazione ITU-T H.263, formato nato per videoconferenze e videofonia, specialmente adatto per i bassi bitrate
H.264	detto anche AVC o MPEG-4 Part 10, descritto nel documento ISO/IEC 14496-10: formato di compressione video ad elevata efficienza
QCIF	Quarter Common Interchange Format (formato corrispondente ad una risoluzione di 176x144 pixel)

Fig. 1 – Il terminale Nokia 7710 con il ricevitore SU-22.

3. Strutturazione dell'indagine sociologica

L'indagine sociologica è stata compiuta grazie ad un panel di utenti di Ingegneria che hanno sperimentato il servizio di TV Mobile trasmesso sull'area di Torino. Il target di riferimento, costituito dagli studenti selezionati, ha ricevuto il terminale Nokia 7710 con il ricevitore DVB-H per tutto il periodo della ricerca. Ogni studente ha poi risposto ad un questionario e ha partecipato ad un focus group sul servizio. I risultati sono stati confrontati, dove ciò sia utile, con i dati emersi durante la ricerca sulla TV Mobile svoltasi con l'aiuto di 50 utenti interni Rai dalla fine del 2005 all'inizio del 2006. In questo caso, i dati sono stati presi direttamente dai log che i terminali degli utenti inviavano ad un Server del Centro Ricerche.

Di seguito esaminiamo nello specifico i punti menzionati.

3.1 Il target

La ricerca si è valsa del contributo di un panel di venticinque studenti della facoltà di Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione del Politecnico di Torino. Si tratta di un panel abituato ad usare strumenti tecnologici, PC e cellulari, e con una buona conoscenza delle dinamiche dei mezzi di comunicazione. Ciò, se da un lato rende il campione non rappresentativo, da un altro consente di avere riscontri e contributi alla discussione più utili e significativi grazie alla giovane età dei partecipanti ed al loro interesse per le nuove tecnologie.

L'area coperta dal segnale si estendeva alla città di Torino ed a parti della tangenziale: tutti gli studenti del panel risiedevano in quest'area.

3.2 Il terminale utilizzato

Durante la ricerca è stato distribuito a tutti gli studenti un Nokia 7710 completo di un ricevitore DVB-H SU-22 (figura 1).

Questo terminale non è stato sviluppato esclusivamente per la TV Mobile, ma grazie allo schermo ampio (640x320 pixel) si prestava molto bene a questo tipo di test: non a caso è stato già utilizzato in altri Paesi per la sperimentazione della TV Mobile. Il formato dei servizi televisivi distribuiti è stato QCIF H.263 per il video e AMR-WB per l'audio. Le radio invece sono state codificate in formato AAC.

3.3 I contenuti

Durante la sperimentazione Rai è stato proposto un bouquet di canali comprendente una selezione della programmazione Rai (figura 2), ovvero i tre canali generalisti RaiUno, RaiDue, RaiTre, e alcuni canali disponibili su piattaforma digitale terrestre: Rai24News, RaiFutura e RaiSport. Inoltre, è stato inserito un canale di nuova concezione, Rai Mobile, i cui contenuti sono stati realizzati appositamente per una fruizione su terminale mobile, tenendo conto del limitato tempo e livello di attenzione dovuto alle modalità di fruizione. Il canale, realizzato da RaiNet, prevede la proposta di diversi generi in funzione delle diverse fasce della giornata, e delle conseguenti diverse esigenze: ad esempio, alla mattina vengono trasmessi news, traffico e meteo; all'ora di pranzo, intrattenimento e lifestyle.

In aggiunta ai canali televisivi, nell'offerta sono stati inseriti anche i canali radiofonici: Radio1, Radio2, Radio3, IsoRadio, GR Parlamento e Filodiffusione5. Tutti i contenuti erano trasmes-

Fig. 2 – Programmazione radiotelevisiva utilizzata durante la sperimentazione.

si in modalità cifrata, e richiedevano da parte dell'utente la sottoscrizione del servizio scelto tramite l'invio di un SMS. Trattandosi di sperimentazione, l'accesso a tutti i contenuti era gratuito, e i pagamenti indicati negli SMS erano puramente fittizi.

3.4 Il periodo di prova

La durata della sperimentazione è stata di tre settimane. I soggetti coinvolti sono stati contattati tramite e-mail e successivamente in via diretta, cioè apponendo un avviso preventivo di spiegazione del progetto e incontrandoli di persona. E' stato organizzato un incontro durante il quale gli studenti hanno preso possesso del terminale Nokia 7710 e sono stati istruiti sul suo funzionamento e sull'offerta di servizi della TV Mobile.

Durante il periodo di utilizzo del Nokia 7710, gli studenti potevano tenersi in contatto email con i responsabili del progetto, che svolgevano il compito di risolvere eventuali problemi tecnici, difficoltà, o inviavano comunicazioni di servizio riguardo la trasmissione del segnale.

Il giorno 28 giugno 2006 gli studenti si sono recati alla sede del Centro Ricerche per restituire il cellulare e per la compilazione di un questionario. Il giorno successivo, il 29 giugno 2006, si sono svolti i focus group, organizzati tramite preventiva consultazione telefonica con gli studenti.

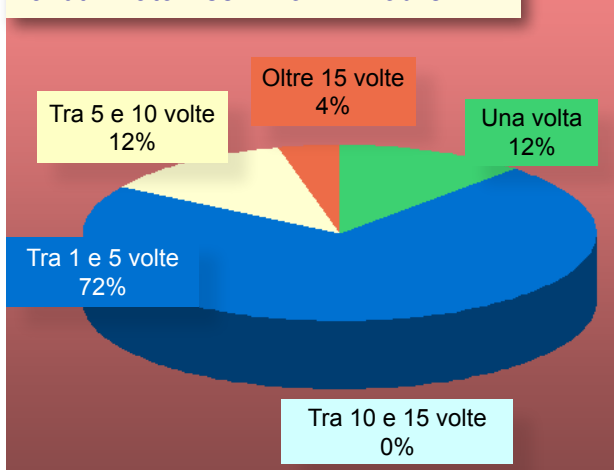
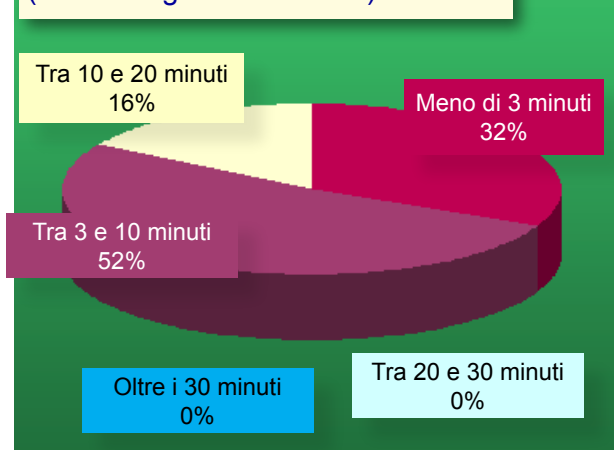
3.5 Il questionario

Al termine del periodo di prova, a ciascun utente è stato somministrato un questionario. I quesiti del questionario sono stati divisi in cinque macro-aree tematiche: la prima riguarda il mezzo, ovvero il cellulare Nokia 7710 e le sue funzionalità; la seconda il servizio di TV Mobile, analizzato da un punto di vista tecnico e di modalità di fruizione; la terza tratta dei contenuti offerti dal servizio, ovvero dei programmi trasmessi. La quarta parte si concentra sul lato economico, mentre la quinta ed ultima area intende indagare la futura disponibilità dell'utente a ricorrere nuovamente al servizio.

3.6 I focus group

Tutti gli utenti del panel sono stati poi intervistati durante i focus group, per completare e raffinare le informazioni rilevate nei questionari. Le domande sono state fatte in un gruppo interattivo, in cui i partecipanti erano liberi di comunicare con altri membri del gruppo.

In questo caso specifico, lo scopo è stato sondare più in profondità l'atteggiamento e la predisposizione nei confronti del nuovo servizio di TV Mobile, dando la possibilità di esprimersi senza i vincoli imposti dalla domanda a risposta multipla.

I focus group organizzati sono stati cinque, ognuno comprendente cinque studenti. Gli studenti hanno risposto alle domande poste da due intervistatori, e hanno avuto la possibilità di confrontarsi direttamente l'uno con l'altro, discutendo, esponendo le proprie idee e ascoltando quelle degli altri. La durata di ciascuna intervista variava dai 30 minuti a oltre un'ora.

4. Risultati dell'indagine

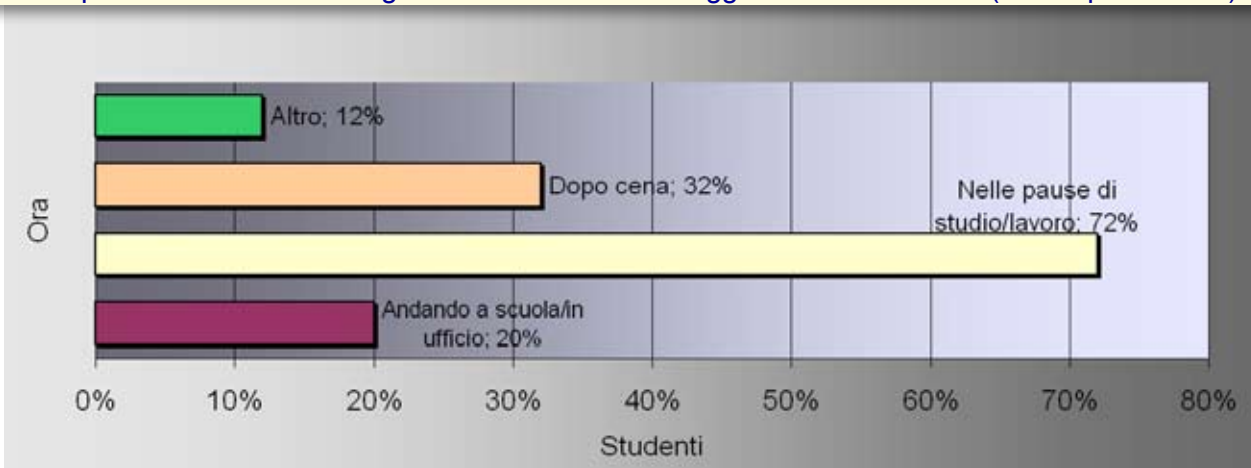
Questionari e focus group hanno fornito molti dati interessanti, esposti in parte nel seguito. Quando ritenuto utile, utile sono stati incrociati i dati della ricerca sociologica con quelli rilevati sul panel di utenti interni Rai.

4.1 Tempi di utilizzo

Dalle risposte del panel risulta che la TV Mobile, pur molto utilizzata, si posiziona dopo le chiamate telefoniche, e nettamente al di sotto dell'uso della messaggistica - e questo nonostante l'effetto novità sul panel. Tale risultato è in sintonia con ciò che è emerso da molte altre analisi (più diffuse): la TV Mobile viene percepita come un servizio aggiuntivo (di comodità) e la funzione primaria dello smartphone resta la comunicazione vocale e per SMS.

E' necessario tuttavia tenere conto della natura sperimentale del servizio: molti studenti hanno riscontrato nell'arco delle tre settimane problemi nell'utilizzare il terminale, dovuti non solo alle caratteristiche prototipali di quest'ultimo, ma anche alla copertura del segnale su Torino, in alcune zone molto critica.

Analizzando il numero di utilizzi settimanali della TV Mobile, notiamo che la grande maggioranza ne ha fatto un uso sporadico (figura 3).

Fig. 5 – In quali momenti della tua giornata hai utilizzato maggiormente il servizio (max 2 preferenze)?

I tempi di attivazione sono stati abbastanza brevi (figura 4), per il 68% sotto i 20 minuti, chiaro indizio dell'utilizzo della TV Mobile da parte del target come "snack TV", ovvero con intervalli di visione molto brevi. La sperimentazione con il panel di utenti interni accentua questa interpretazione, poiché la media del tempo di visione (escludendo lo "zapping") è stata di 6 minuti.

Questo dato è anche confermato dalle risposte al quesito sul momento della giornata in cui è stato maggiormente utilizzato il servizio (figura 5): il 72% del target ha indicato le pause di studio o di lavoro. Esaminando nel dettaglio gli orari di utilizzo, emerge anche la fascia oraria tra le 8:00 e le 10:00 e quella tra le 18:00 e le 20:00: inizio e fine della giornata di studio / lavoro. Durante il precedente trial con un panel di utenti interni Rai, la fascia oraria dalle 17:00 alle 21:00 era risultata in assoluto la fascia preferita per consultare la TV Mobile, con un picco dalle 19:00 alle 20:00. Il servizio di TV Mobile quindi si sovrappone solo marginalmente agli orari soliti di visione della TV classica, e con modalità di fruizione diverse. Inoltre la maggior parte del target ha fruito della TV Mobile individualmente, confermando la sua vocazione di TV personale.

Particolarmente interessante è notare come la caratteristica più apprezzata del servizio TV Mobile sia stata la possibilità di fruirne in qualsiasi momento e luogo (64%, vedi figura 6). Da notare anche che non vi è stato alcun apprezzamento particolare per i contenuti disponibili, ritenuti, come i focus group confermeranno, inadatti alla fruizione di questo servizio: questo aspetto è molto significativo ed è stato approfondito nei focus group. Sono emerse diverse considerazioni importanti: alcuni degli intervistati hanno osservato come i canali trasmessi, gli stessi della televisione generalista, affiancati da alcuni programmi appartenenti alla piattaforma digitale terrestre, siano inadatti al nuovo mezzo per diversi motivi. E' stato osservato come le inquadrature siano eseguite troppo da lontano per una fruizione su uno schermo tanto piccolo quale quello del terminale Nokia. Un altro ostacolo per una piacevole visione della TV mobile viene rilevato nella durata dei programmi: quasi tutti gli studenti hanno lamentato l'impossibilità di vedere un trasmissione dall'inizio alla fine. Il tempo a loro disposizione infatti era insufficiente: il più delle volte si trattava di un intervallo tra un'attività e l'altra, dell'ordine di pochi minuti, in genere brevi momenti tra una lezione e l'altra, o durante il viaggio in pullman per recarsi all'università o, infine, al ritorno. Per alcuni addirittura rappresentava il lasso di tempo in cui si spostavano a piedi. Quindi nell'ottica di produrre o adattare programmi televisivi alla TV Mobile, inquadrature e durata dei programmi o degli episodi dovrebbero essere sicuramente rivisti. Altri studi descrivono osservazioni analoghe (cfr. [10]), evidenziando che nel caso della TV Mobile l'attenzione dello spettatore potrebbe essere più limitata rispetto alla TV tradizionale: ciò significa che il baricentro si dovrebbe spostare sempre più verso lo "spettacolo visivo" a discapito della profondità o complessità del discorso, almeno per i generi di intrattenimento (si veda anche [12-13]).

Fig. 6 – Del servizio TV Mobile hai apprezzato particolarmente...

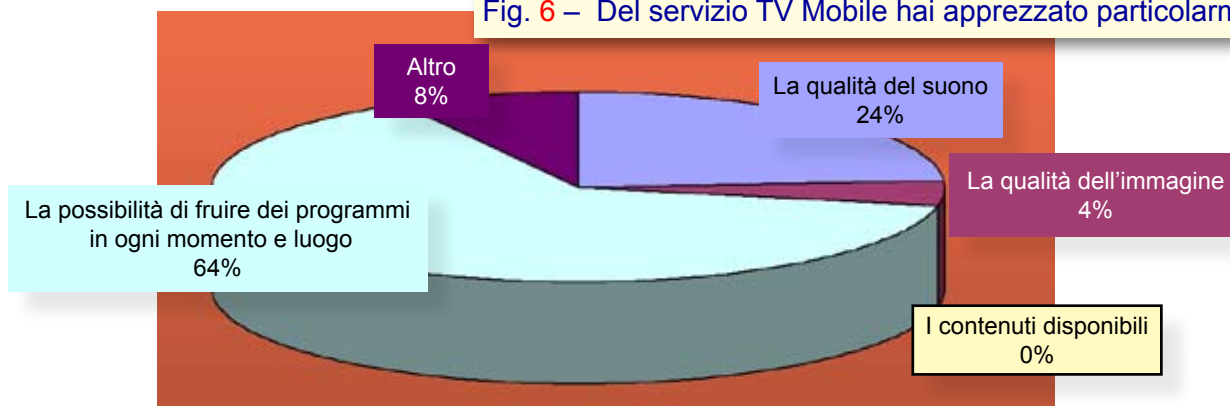
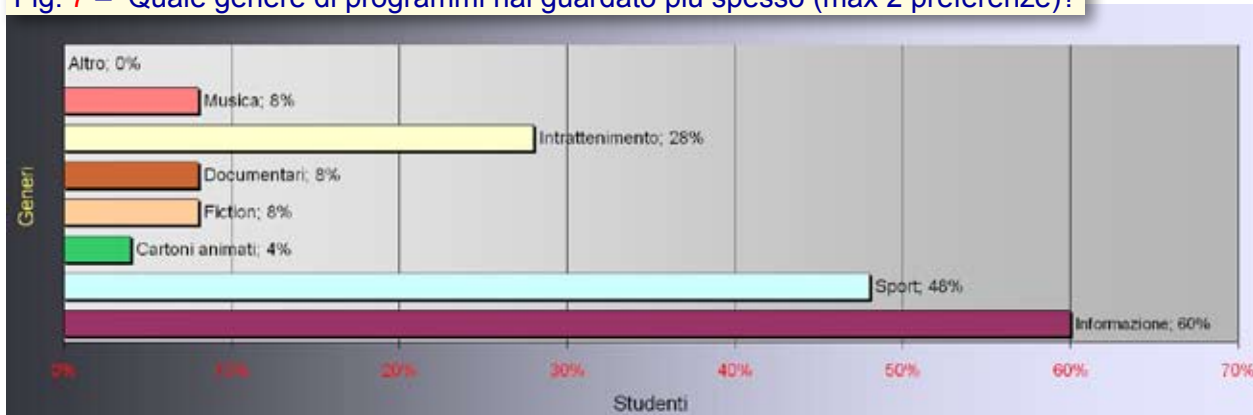



Fig. 7 – Quale genere di programmi hai guardato più spesso (max 2 preferenze)?

Vi è stato però un canale che ha riscontrato il favore di buona parte degli intervistati: RaiMobile, il canale studiato appositamente per la TV mobile. Formato da sketch di breve durata (tra i dieci e i venti minuti circa) e da programmi di intrattenimento, è risultato molto apprezzato dagli studenti.

Più volte è apparsa una certa favorevole propensione per l'idea di un "blog video", ovvero la possibilità di condividere con gli amici i video personali girati con i propri cellulari, o dei filmini scaricati precedentemente.

4.2 Quali contenuti

Entrando nel merito dei contenuti guardati più spesso, informazione e sport (figura 7) sembrano essere i preferiti. Questo dato coincide parzialmente anche con i risultati del test rivolto ad utenti interni e svoltosi alla fine dell'anno precedente: RaiNews24 è stato il primo canale tematico selezionato dagli utenti (seguito da RaiSport); in quel caso i canali RaiUno, RaiDue e RaiTre erano stati i più selezionati in assoluto; si deve però notare che il panel di utenti interni probabilmente apparteneva ad un'altra fascia d'età (in media intorno ai 45 anni).

Prendendo in considerazione anche i dettagli sulle fasce orarie in cui i diversi contenuti erano selezionati, si nota che le varie categorie di contenuti riscontrano diverso successo in base alla fascia oraria nella quale si collocano. In previsione di una maggiore strutturazione ed adattamento al mezzo dei programmi, gli studenti hanno scelto quali fra di essi avrebbero desiderato guardare al mattino, nei momenti di pausa ed alla sera. Si osserva così come l'informazione sia al primo posto per il mattino (68%), per poi

Fig. 8 – Interazione con il programma: saresti più interessato a:

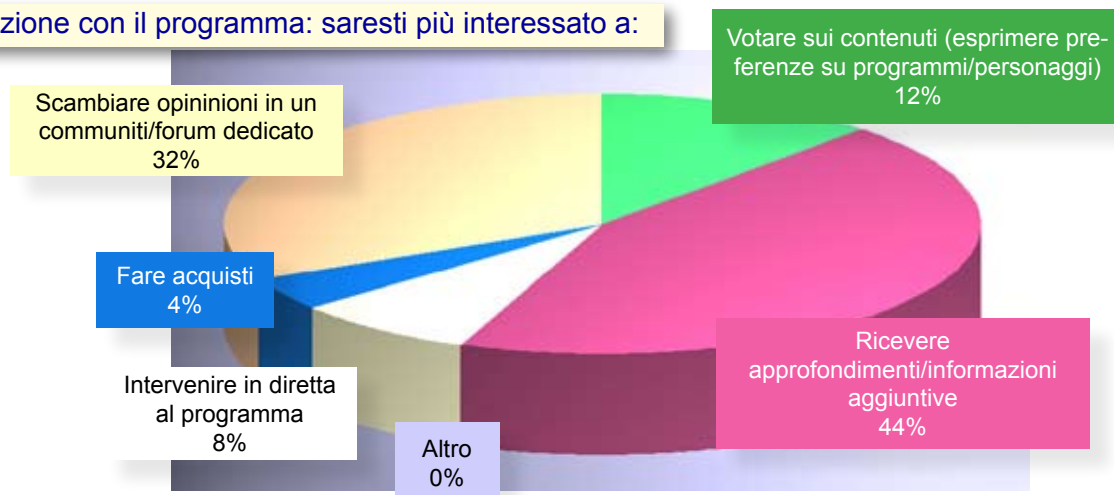
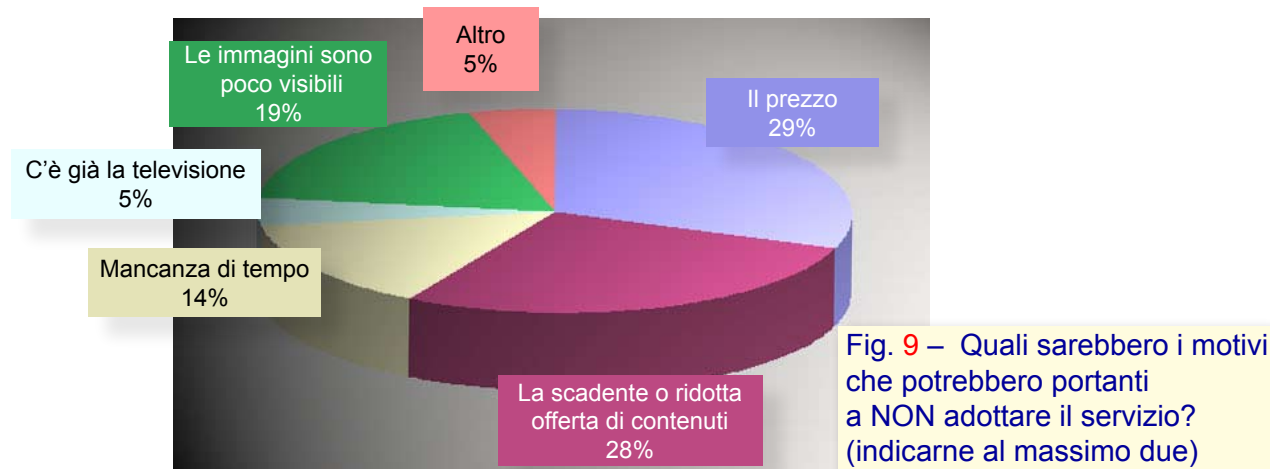



Fig. 9 – Quali sarebbero i motivi che potrebbero portanti a NON adottare il servizio? (indicarne al massimo due)

scendere a valori più bassi per i momenti di pausa (28%) e la sera (16%). Lo sport invece varia di poco, passando dal 12% nelle ore del mattino al 24% di quelle di pausa, con una valore di mezzo per la sera(20%). La fiction è il genere preferito per la sera (28%), seconda soltanto all'intrattenimento (48%). I programmi di musica riscuotono un buon successo, soprattutto al mattino (40%) e nei momenti di pausa (52%). I documentari risultano invece ricevere scarso interesse.

Un approfondimento ulteriore è stato sondare l'interesse verso possibili servizi interattivi da utilizzare in concomitanza con la TV Mobile. Il risultato è stato piuttosto sorprendente: ben il 72% del target si è detto interessato ad interagire con il programma trasmesso. Entrando in seguito nel dettaglio dei tipi di interazione (figura 8), gli approfondimenti (informazioni collegate ad una news appena ascoltata, la biografia di un personaggio, ecc.) e lo scambio di opinioni in una community risultano le interazioni più desiderate.

4.3 Disponibilità all'acquisto

Interessante, infine, la descrizione dei fattori che condizionerebbero la possibile sottoscrizione (o meno) del servizio. Tra i motivi che condizionano negativamente l'adozione del servizio TV Mobile, ai primi posti si posizionano il prezzo e la qualità dei contenuti, che se scadente o ridotta penalizzerebbe in modo determinante la scelta.

Fig. 10 – Quale è il motivo principale che potrebbe spingerti ad adottare il servizio?

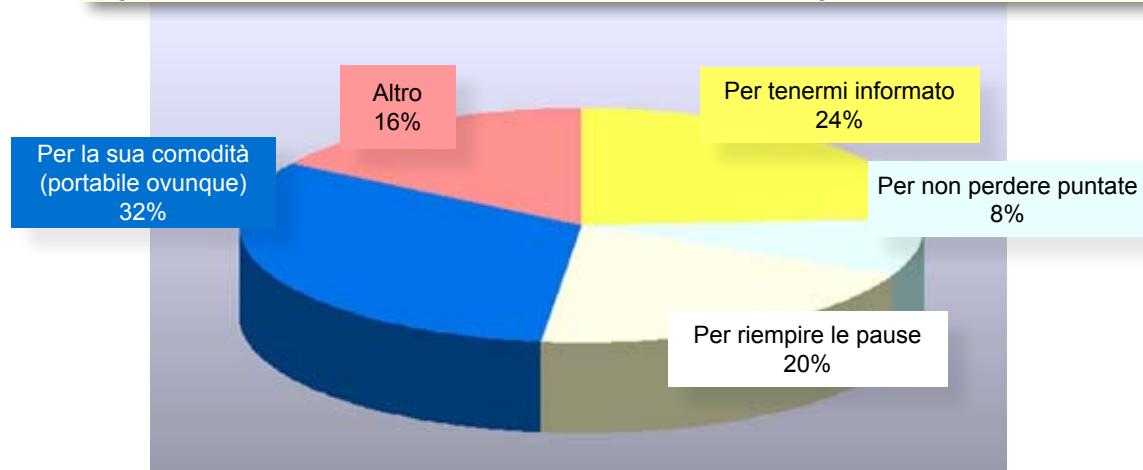
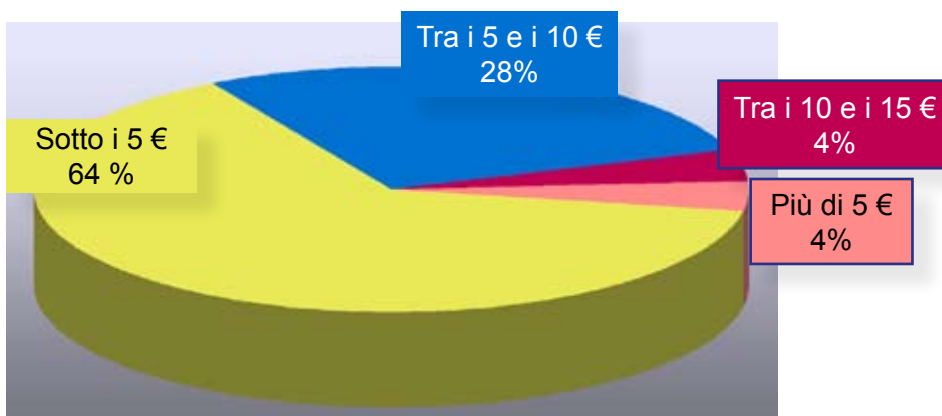



Fig. 11 – Quanto saresti disposto a pagare, mensilmente, per usufruire del servizio TV Mobile?

Una possibile adozione del servizio è invece condizionata positivamente dalla natura stessa della TV Mobile: è comoda, l'utente può portarla ovunque con sé perché integrata in un oggetto di uso quotidiano (figura 10).

Con il questionario si è cercato anche di quantificare la disponibilità all'acquisto e il tipo di tariffa preferito dal target. Interrogati sul tipo di tariffa, gli studenti hanno risposto in netta maggioranza (68%) di preferire un canone fisso mensile che desse accesso a tutti i servizi, e una parte di loro (20%) sarebbe disposta a pagare ad evento (partita di calcio, film, video musicale…).

Posto come scelta l'abbonamento mensile, la cifra che sembra aver ricevuto più consenso è quella che colloca il limite massimo a 5 euro (figura 11): il 64% del campione ha operato una scelta in tale direzione, mentre il 28% sarebbe disposto ad arrivare anche ai 10 euro. Soltanto il 4%, come si osserva dalla figura 11, sarebbe disposto a pagare tra i 10 e i 15 euro o più di 15 euro.

Quindi il costo del servizio si rivela determinante e le soglie di accettazione abbastanza basse (visti i canoni attuali applicati ai servizi di TV Mobile).

5. Conclusioni

I risultati che si possono trarre dallo svolgimento del questionario e dei focus group confermano il tradizionale atteggiamento che si ha nei confronti di ogni nuova tecnologia. La televisione Mobile suscita molta curiosità, ma allo stesso tempo anche molte perplessità e indecisioni: il panel di studenti (come anche il panel di utenti interni Rai dei mesi precedenti) ha fatto un uso piuttosto ridotto del servizio, limitato a pochi minuti di visione al giorno. Al termine della sperimentazione, tutti hanno espresso riserve sulla possibilità di acquistarlo in futuro, e anche chi si à dimostrato particolarmente interessato, ha posto determinate condizioni. E' da evidenziare a questo proposito che all'inizio della ricerca qui presentata non esistevano ancora servizi commerciali di TV Mobile su DVB-H, e il terminale utilizzato costituiva un prototipo con scopo sperimentale e dimostrativo. D'altra parte, le limitazioni del terminale (grandezza, stabilità, qualità del video) e in qualche caso della copertura cittadina hanno influenzato, come si è riscontrato durante i focus group, in maniera sensibile le valutazioni sulla disponibilità all'acquisto. La user experience sarebbe stata con i terminali odierni certamente diversa.

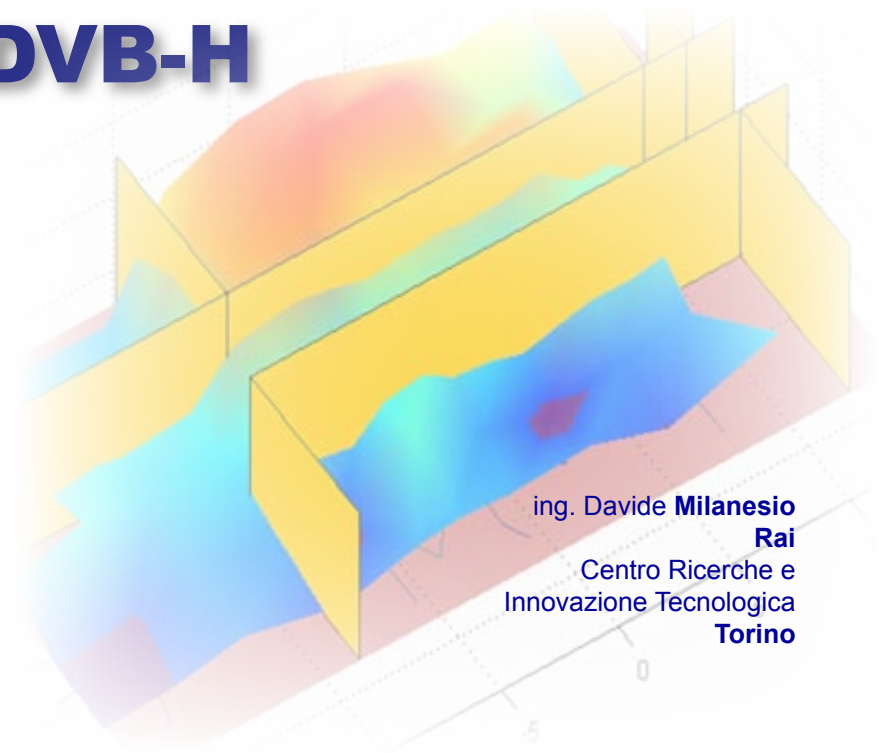
Sembra che uno degli aspetti importanti nel nuovo mezzo di comunicazione sia la personalizzazione a tutti i livelli: essa diventa elemento essenziale e indispensabile al successo di una

tecnologia al servizio della comunicazione e dell'informazione quale è la TV mobile. Con ciò non si intende più soltanto poter scegliere un colore o una suoneria allo scopo di differenziarsi dagli altri, ma la possibilità di arricchire il proprio bagaglio culturale e la propria personalità, diventando "autore" del programma e di ciò che si sta guardando, in svariati modi. Questo desiderio si esprime sia nell'interesse per le diverse forme di interattività, prime fra tutte l'opportunità di avere informazioni aggiuntive e di modificare il palinsesto mediante il voto, sia dalla possibilità di realizzare opere personali (come video e filmini) da poter poi condividere con altri.

In questa ottica la vera chiave della televisione mobile, in ogni caso, non sarà la semplice diffusione dei programmi ai quali la televisione domestica ha abituato, bensì la possibilità di offrire una televisione "personale". Questo non è secondario all'operazione di ripensare i formati dei programmi (contenuti brevi ed avvincenti, assenza di piani americani, predominanza degli aspetti di spettacolo visivo sulla complessità della scena) in modo da renderli adatti ad una perfetta fruizione su telefono. Come nota Manuel Castells, capovolgendo apparentemente la massima di McLuhan, ([12],[14]) grazie alla crescente proliferazione di mezzi di comunicazione diversi tra loro, si può affermare che è il messaggio che seleziona, e in questo senso plasma, il mezzo adatto alla sua fruizione, e le esigenze crescenti di personalizzazione, decentralizzazione e diversificazione sono in qualche modo confluite nella TV su cellulare, dove sembra abbiano trovato la migliore espressione per completare appieno quel tipo di messaggio.

Bibliografia

1. "Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals", ETSI EN 302 304 V1.1.1, Novembre 2004.
2. "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB-H Implementation Guidelines", ETSI TR 102 377 V1.2.1, Novembre 2005.
3. "Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission to Handheld Terminals (DVB-H); Validation Task Force Report", ETSI TR 102 401 V1.1.1, Maggio 2005.
4. "Digital Video Broadcasting (DVB);DVB specification for data broadcasting", ETSI EN 301 192 V1.4.1, Novembre 2004.
5. A. Bertella, P. Casagranda, D. Milanesio e M. Tabone; "Il sistema DVB-H per la TV Mobile", Elettronica e Telecomunicazioni, Dicembre 2005
6. Viviane Reding, discorso su www.europa.eu "MobileTV: the time to act is now" e intervista al Dow Jones Newswires, Marzo 2007
7. M. Barbero e N.Shpuza; "HDTV e TV Mobile, scintille di passione a Torino", Elettronica e Telecomunicazioni, Aprile 2006
8. A. Morello, G. Alberico, M. Stroppiana; "Rai HDTV and DVB-H Trials during the Turin Winter Olympics", IBC 2006
9. "DVB-H Handbook", a cura del Digitag, 2005
10. S. Orgad: "This box was made for walking...", Analisi sulla TV Mobile commissionata da Nokia, London School of Economics, Novembre 2006
11. C. Migliardi: "Il DVB-H e la TV Mobile: nuovi contenuti per nuove modalità di fruizione", Tesi di Laurea in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione, Torino, Luglio 2006 (La tesi raccoglie i risultati dell'indagine condotta presso il Centro Ricerche Rai)
12. M. McLuhan: "Understanding Media", Gingko Press, 1964
13. N. Postman: "Divertirsi da morire. Il discorso pubblico nell'era dello spettacolo", Marsilio, Venezia, 2002 (Edizione originale del 1985)
14. M. Castells: "La nascita della società in rete", Università Bocconi Editore, Milano, 2002

Ripetitori DVB-H domestici

ing. Davide **Milanesio**
Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

Sommario
I ripetitori DVB-H domestici, noti anche come "Small Gap Filler", sono dispositivi di bassa potenza progettati per essere installati autonomamente dall'utente finale all'interno della propria abitazione, allo scopo di migliorare la copertura indoor del segnale DVB-H. Dal momento che questi dispositivi irradiano nella banda UHF, è prioritario garantire che non siano generate interferenze che potrebbero disturbare la ricezione, nello stesso appartamento e nel vicinato, dei normali programmi televisivi, analogici o digitali, distribuiti nella stessa banda. Per questa ragione, un nuovo standard è in corso di preparazione presso il DVB. L'articolo riassume i principali requisiti tecnici imposti ai ripetitori DVB-H domestici da questo standard e riporta i risultati di verifiche sperimentali sui primi prototipi, condotte in laboratorio e in un appartamento reale.

1. Introduzione

La ricezione di programmi televisivi su terminali mobili è oggi possibile grazie alla tecnologia DVB-H che, sfruttando una rete broadcast, permette di superare le problematiche, principalmente legate al costo della rete, insite nell'utilizzo di reti cellulari per la trasmissione di questi contenuti all'utente [1],[2].

I segnali DVB-H sono trasmessi nella stessa banda di frequenze (UHF) già utilizzata per la televisione digitale terrestre (DVB-T). Tuttavia, mentre le reti DVB-T possono essere pianificate per la ricezione mediante un'antenna posta sul tetto delle abitazioni, consentendo quindi potenze emesse più basse, la ricezione dei segnali DVB-H da parte di terminali portatili, dotati di antenna con basso guadagno, è richiesta anche al livello della strada e all'interno degli edifici, necessitando quindi di valori di campo elettromagnetico più elevati [3].

Sebbene il sistema DVB-H sia nato per offrire la ricezione anche in mobilità, numerosi studi sono concordi nell'affermare che un numero non trascurabile di utenti è fortemente interessato a fruire di questo servizio anche all'interno della propria abitazione, utilizzando il terminale DVB-H come TV personale, ad esempio in stanze dove un televisore non è disponibile [4],[5],[6].

Dal momento che, anche per ragioni di inquinamento elettromagnetico, non è possibile aumentare arbitrariamente la potenza irradiata dai siti trasmittenti principali, un modo per migliorare la copertura indoor in ambito cittadino consiste nell'integrare questi siti, già utilizzati per la diffusione di segnali televisivi convenzionali (analogici o digitali), con un certo numero di trasmettitori (oppure gap-filler) di bassa potenza, ad esempio utilizzando postazioni nella disponibilità degli operatori di telefonia mobile.

Tuttavia, come si è verificato nel corso di una sperimentazione effettuata a Torino con la collaborazione di Vodafone, la generazione di segnali DVB-H mediante piccoli trasmettitori installati su edifici residenziali potrebbe causare interferenze sui segnali televisivi tradizionali, ricevuti da impianti d'antenna posti nelle vicinanze, rendendo necessario adottare opportune contromisure valide caso per caso [7].

Nelle aree in cui non fosse possibile (o fosse poco conveniente dal punto di vista economico) garantire la completa copertura indoor anche ai piani più bassi degli edifici, sarà presto disponibile una soluzione alternativa, rappresentata dall'utilizzo di ripetitori DVB-H domestici, noti anche come "DVB-H Small Gap Filler", da collegarsi all'impianto centralizzato d'antenna già esistente allo scopo di migliorare la copertura all'interno del singolo appartamento. Si tratta di dispositivi "consumer" di bassa potenza, acquistati insieme al terminale DVB-H oppure separatamente, ed installati autonomamente dall'utente finale, senza l'ausilio di un tecnico specializzato. Potrà essere in questo modo garantita la copertura DVB-H indoor presso gli utenti interessati.

Acronimi e sigle	
BER	Bit Error Rate
C/N	Carrier/Noise
DVB-H -T	Digital Video Broadcasting - Handheld - Terrestrial (www.dvb.org)
END	Equivalent Noise Degradation
ERP	Effective Radiated Power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (www.etsi.org)
GSM	Global System for Mobile communications
MATV	Master Antenna TV
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SAW	Surface Acoustic Wave
SGF	Small Gap Filler
SNR	Signal to Noise Ratio
SFN	Single Frequency Network
STB	Set-Top-Box
UHF	Ultra High Frequency
VMS	Video Measurement Set
VSNR	Video Signal to Noise Ratio

2. Un nuovo standard per i ripetitori DVB-H domestici

I ripetitori DVB-H domestici sono dispositivi che irradiano nella banda UHF, per la quale è necessaria una licenza rilasciata dal Ministero delle Comunicazioni. Pertanto, in assenza di una specifica regolamentazione non sarebbe possibile installarli in abitazioni private.

Inoltre, uno standard che regolamenti questi ripetitori è necessario anche per evitare il rischio che vengano messi sul mercato dispositivi di bassa

qualità, che potrebbero causare interferenze sui segnali televisivi convenzionali (analogici o digitali) o su altri servizi (ad es. GSM), ricevuti nello stesso appartamento ma anche nel vicinato.

Per queste ragioni, nel 2007 il Technical Module (TM) del DVB ha assegnato ad una specifica Task Force del Gruppo TM-H (denominata SGFTF: Small Gap Fillers Task Force), coordinata da Rai, il compito di preparare una specifica tecnica che regolamenti i ripetitori DVB-H domestici, da sottoporre all'ETSI come proposta di Norma Europea (EN). La conclusione del lavoro della Task Force è previsto per il mese di gennaio 2008.

Fig. 1 – Utilizzo di un ripetitore DVB-H domestico per migliorare la copertura indoor.

2.1 Ambito di applicazione

I ripetitori DVB-H domestici possono essere utilizzati per migliorare la copertura indoor in aree in cui la copertura outdoor è disponibile. L'utente potrà collegare il proprio ripetitore alla presa TV già presente nell'appartamento, ricevendo il segnale dall'antenna sul tetto mediante un cavo diretto nel caso di un'abitazione privata singola oppure mediante l'impianto centralizzato d'antenna nel caso di un condominio (figura 1).

Ogni appartamento utilizza il proprio ripetitore. La copertura di interi edifici o di aree aperte con un singolo ripetitore domestico non è prevista: per questo tipo di applicazioni possono essere utilizzati gap filler tradizionali gestiti dall'operatore di rete.

L'obiettivo della nuova normativa è garantire un'adeguata copertura indoor in appartamenti di dimensione standard, fissata in circa 100 m^2 (la dimensione media delle abitazioni private in Italia è di 96 m^2 [Nota 1]), ma con vincoli molto stringenti al fine di non interferire con i servizi televisivi esistenti (TV analogica, TV digitale terrestre, TV via cavo) né con altri servizi.

Nota 1 - Dato relativo alle sole abitazioni di residenza (fonte: Istat 2001). La dimensione media scende a 92 m^2 includendo anche le seconde case.

La copertura effettiva dipenderà comunque da numerosi fattori, quali numero e consistenza delle pareti interne dell'appartamento, tipologia di arredamento, posizione, altezza e diagramma di irradiazione dell'antenna trasmittente del ripetitore, qualità e schema di modulazione del segnale DVB-H da ricevere, sensibilità del terminale (ad es. antenna integrata o telescopica), ecc. La copertura di aree più vaste (quali negozi, ecc.) è possibile con lo stesso dispositivo se il segnale d'ingresso ha qualità adeguata, non sono presenti pareti interne, e posizione e altezza dell'antenna trasmittente sono scelte con cura.

2.2 Schema funzionale del ripetitore

Un ripetitore DVB-H domestico è essenzialmente un amplificatore di canale, con lo scopo di incrementare il campo elettromagnetico di uno specifico segnale DVB-H nell'area di copertura designata.

È funzionalmente composto da due sezioni (figura 2):

- ◊ Una sezione di ripetizione del segnale (filtraggio di canale e amplificazione);

◊ Una sezione di monitoraggio della qualità del segnale, che utilizza un ricevitore DVB-H integrato per analizzare il segnale d'uscita. Questa sezione agisce su un meccanismo automatico di controllo della potenza, basato sulla misura della qualità del segnale, con il compito di imporre una opportuna riduzione della potenza d'uscita (o, se necessario, spegnimento del dispositivo) in caso di problemi, quali ad esempio segnale DVB-H di cattiva qualità, oscillazione, ecc. (si veda il paragrafo 2.6).

2.3 Massima potenza d'uscita

L'ERP massima, comprensiva del diagramma d'irradiazione dell'antenna trasmittente, è fissata in 1 mW (0 dBm).

Questo valore permette di ottenere la copertura desiderata, evitando allo stesso tempo di causare potenziali interferenze su altri servizi.

2.4 Risposta in frequenza

I ripetitori DVB-H domestici operano nella banda UHF, ritrasmettendo un singolo canale da 8 MHz sulla stessa frequenza da cui è ricevuto.

Al fine di minimizzare il rischio di interferenze sui canali adiacenti, è definita una maschera per la risposta in frequenza del dispositivo, come mostrato nella figura 3. La reirradiazione di altri segnali oltre al canale DVB-H potrebbe infatti generare repliche locali dei segnali relativi ai servizi televisivi tradizionali e causare potenziali intermodulazioni nei circuiti di amplificazione.

Fig. 2 – Schema a blocchi funzionale di un ripetitore DVB-H domestico.

Questa maschera può essere soddisfatta mediante un filtraggio a frequenza intermedia che utilizzi due filtri SAW in cascata, a costi ragionevoli.

Fig. 3 – Maschera della risposta in frequenza.

Potendo utilizzare lo stesso oscillatore locale per entrambe le conversioni di frequenza (in ingresso e in uscita), eventuali imprecisioni nelle conversioni vengono compensate, garantendo la massima precisione nella frequenza d'uscita e minimizzando il rumore di fase.

Il ritardo introdotto dalla sezione di filtraggio del segnale deve risultare inferiore a 2,8 μs, in modo da rappresentare soltanto una porzione dell'intervallo di guardia[Nota 2], per-

Nota 2 - 2,8 μs rappresentano l'1,25% dell'intervallo di guardia per modo 8k 1/4, il 40% per 2k 1/32.

mettendo quindi un corretto funzionamento in reti SFN. Questo valore è rispettato nel caso di due filtri SAW.

2.5 Requisiti della fase di installazione

I ripetitori DVB-H domestici sono pensati per essere installati autonomamente dall'utente stesso, senza bisogno dell'intervento di un tecnico specializzato.

Pertanto, il dispositivo deve prevedere una procedura automatica e a prova di errori per l'acquisizione, alla prima accensione, del multiplex DVB-H desiderato. Questa procedura dipenderà dalla specifica implementazione, e potrà avvalersi di una scansione completa in frequenza (con possibilità per l'utente di selezionare il canale desiderato), di liste precaricate di canali suggeriti, ecc. Un possibile algoritmo è riportato nella figura 4. L'ultima frequenza acquisita potrà essere salvata in una memoria non volatile per velocizzare le future riattivazioni del dispositivo.

2.6 Meccanismo di controllo automatico della potenza emessa

Per evitare il rischio di irradiare localmente un segnale di cattiva qualità, a causa della presenza in ingresso di un segnale già degradato, di condizioni di auto-oscillazione dovute a insufficiente schermatura dei componenti dell'impianto di distribuzione domestica o di malfunzionamento del dispositivo stesso, i ripetitori DVB-H implementeranno un adeguato meccanismo di controllo automatico della potenza emessa, riducendo quando necessario il livello d'uscita e

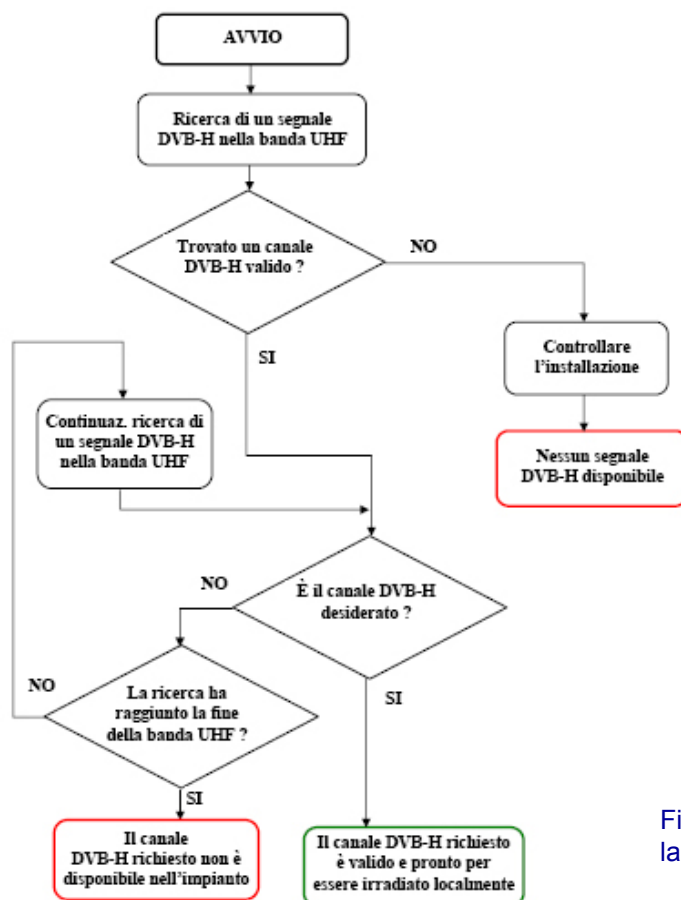



Fig. 4 – Possibile algoritmo per la procedura di installazione.

conseguentemente limitando la copertura.

La qualità del segnale irradiato viene infatti continuativamente monitorata da un ricevitore DVB-H integrato nel dispositivo durante intervalli di tempo di 1 secondo, verificando il rispetto dei seguenti criteri:

1. Assenza di pacchetti Transport Stream (TS) errati,
2. Bit Error Rate (BER) dopo la decodifica di Viterbi $\leq 2 \cdot 10^{-4}$.

La figura 5 riporta il diagramma a stati di un algoritmo di riferimento per il controllo automatico della potenza. All'accensione del dispositivo, terminata la fase di installazione descritta nel paragrafo 2.5 e verificato che il segnale d'ingresso è un segnale DVB-H valido, il meccanismo di controllo automatico cercherà di incrementare la potenza fino al massimo valore consentito, a patto che siano rispettati i criteri sopra indicati. Se il segnale è di buona qualità la potenza potrà essere aumentata rapidamente (stato S4a); in caso di errori verrà invece adottata una procedura più lenta (stato S4b) per regolare la potenza al valore ottimale. Il dispositivo rimarrà quindi nello stato di normale operatività (S5), a meno che non intervengano fattori esterni a degradare la qualità del segnale.

Potrà naturalmente accadere che, di tanto in tanto, a causa di peggiorate condizioni di ricezione (ad es. interferenza impulsiva), il segnale d'uscita sia affetto da qualche errore saltuario. Tuttavia, in caso di disturbi importanti (ad es. oscillazione, perdita di un valido segnale DVB-H d'ingresso, ecc.), il ripetitore dovrà in ogni caso evitare di irradiare un segnale degradato (riducendo adeguatamente la potenza d'uscita o, se necessario, andando in stand-by) entro 5 secondi.

3. Verifiche sperimentali sui primi prototipi

Con lo scopo di convalidare e affinare le specifiche tecniche in corso di preparazione, è stata condotta una campagna di test in laboratorio e in un appartamento reale [8], utilizzando i primi prototipi di ripetitori DVB-H domestici realizzati

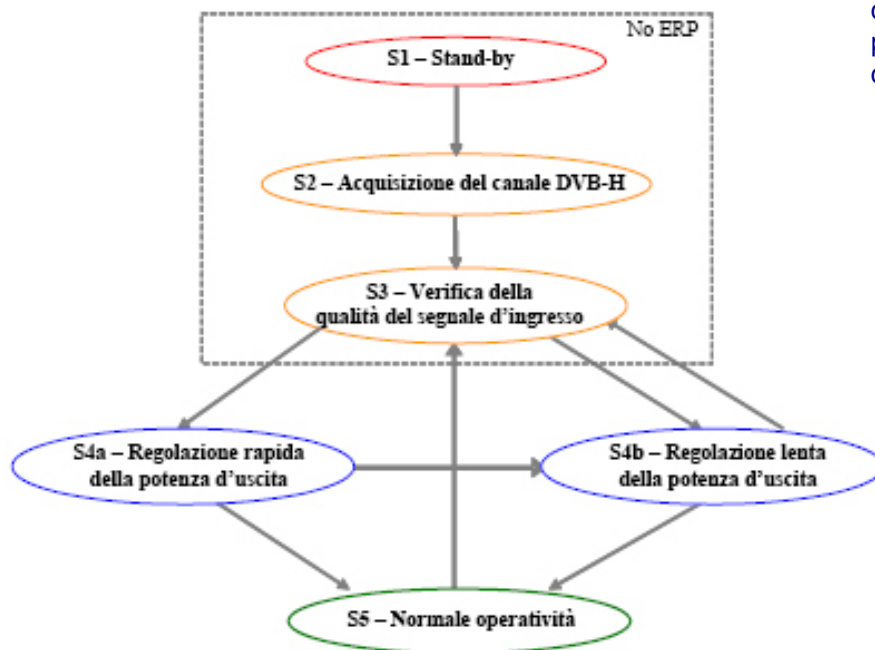



Fig. 5 – Diagramma a stati di un algoritmo di riferimento per il controllo automatico della potenza emessa

da aziende del settore, quali Fracarro, Microtune e Televés. La sperimentazione è stata condotta nell'ambito del Progetto Europeo CELTIC B21C (Broadcast for the 21st Century).

La figura 6 riporta le fotografie di alcuni dei prototipi considerati.

3.1 Valutazione della copertura

La copertura di un ripetitore DVB-H domestico, con potenza di trasmissione pari al valore nominale di 0 dBm, è stata valutata in due tipologie di ambiente:

- Laboratori Rai-CRIT,
- Appartamento reale.

3.1.1 Copertura nei laboratori Rai-CRIT

I laboratori Rai-CRIT (Torino, Corso Giambone) sono caratterizzati da ampie stanze, arredamento in metallo e muri divisori spessi.

I punti di misura sono stati scelti su di una griglia con passo di circa 2,5 m. I risultati di copertura, in termini di potenza ricevuta all'uscita dell'antenna ricevente, sono riportati nella figura 7, relativa ad un segnale con modulazione QPSK 1/2 (canale DVB-H Rai disponibile nell'area di Torino) e ricevitore con antenna integrata (guadagno minimo pari a -12 dBd [3]). In questo caso specifico, l'antenna trasmittente, posizionata nel punto rosso indicato sulla piantina, è stata posta ad un'altezza di 135 cm.

Le pareti gialle della figura delimitano le stanze, mentre la potenza ricevuta è indicata secondo una scala di colori (valori più alti in rosso). Il piano orizzontale indica la soglia di ricezione nel caso QPSK 1/2: le aree al di sotto di questo piano indicano una mancanza di copertura.

Come si può vedere, l'attenuazione dovuta ai muri divisori è di circa 10 dB (per muro).

La percentuale di copertura nelle varie stanze nelle stesse condizioni è indicata nella figura 8 (l'area totale è di 555 m^2).

La tabella 1 fornisce i risultati in termini di area coperta, confrontando casi con diversa ERP e diversa altezza in cui è posta l'antenna trasmittente. Se ne desume che, in questa tipologia di ambiente, con segnali QPSK 1/2 è possibile coprire un'area di circa 300 m^2.

La tabella 2 permette invece di confrontare i risultati nei casi di modulazione QPSK e 16-QAM, e con due tipologie di terminali (con antenna integrata oppure esterna)

3.1.2 Copertura in un appartamento reale

L'appartamento reale considerato (Torino, Corso Orbassano) è di dimensioni ridotte (50 m^2) e ancora privo di arredamento.

I punti di misura si riferiscono ad una griglia con passo di circa 0,6 m. I risultati di copertura sono riportati nella figura 9, relativa ad un segnale DVB- H con modulazione QPSK 1/2 e ricevitore con antenna integrata.

Fig. 6 – Fotografie di prototipi di ripetitori DVB H domestici

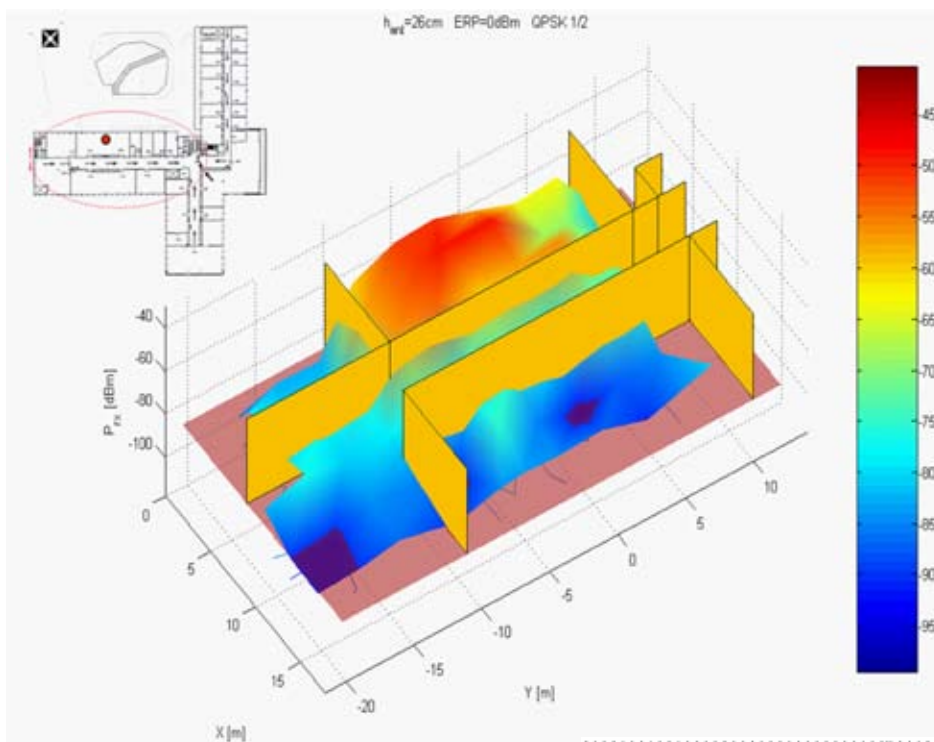



Fig. 7 – Copertura misurata nei laboratori Rai-CRIT.

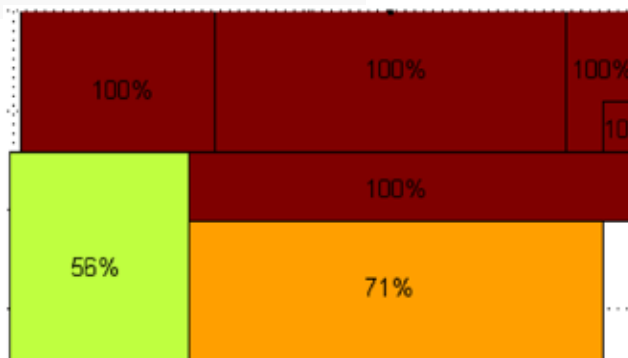



Fig. 8 – Percentuale di copertura per stanza nei laboratori Rai-CRIT.

Tab. 1

Area coperta (QPSK 1/2)		
	ERP 0 dBm	ERP -10dBm
h_{ant} 135 cm	457 m²	133 m²
h_{ant} 25 cm	307 m²	133 m²

Tab. 2

Area di copertura con diverse modulazioni (ERP 0 dBm, h_{ant} 25 cm)						
	Antenna integrata (-12 dBd)			Antenna esterna (-5 dBd)		
Modulazione	% copertura	N° stanze coperte (>95%)	Area di copertura (>95%)	% copertura	N° stanze coperte (>95%)	Area di copertura (>95%)
QPSK 1/2	88%	5	307 m²	100%	7	555 m²
QPSK 2/3	82%	3	214 m²	100%	7	555 m²
16-QAM 1/2	69%	1	128 m²	95%	5	307 m²
16-QAM 2/3	59%	1	128 m²	86%	4	236 m²

In questo piccolo appartamento è possibile ottenere una copertura del 100% anche con modulazione 16-QAM 2/3. In particolare la figura 10, che riporta la copertura (in metri quadri e in percentuale) a diversi valori di ERP, mostra che sarebbe possibile ottenere il 95% di copertura anche con ERP di -10 dBm.

Se, come nel caso in esame, l'appartamento ha dimensione inferiore rispetto alla copertura stimata del ripetitore domestico, è probabile che gli effetti di quest'ultimo si propaghino anche negli appartamenti adiacenti. Tuttavia, dal momento che è reirradiato lo stesso segnale già presente in etere, con vincoli stringenti in termini di ritardo introdotto, i segnali generati da diversi ripetitori domestici installati in diversi appartamenti si sommano in modo coerente come in una rete SFN, migliorando la ricezione piuttosto che peggiorarla. Le prestazioni in queste condizioni sono state verificate sperimentalmente; la figura 11 riporta lo spettro di potenza del segnale ricevuto in uno dei punti di misura.

3.2 Valutazione delle interferenze verso altri servizi televisivi

Come detto, il nuovo standard che regolamenterà i ripetitori DVB-H domestici si pone come obiettivo prioritario l'assenza di interferenze verso altri servizi televisivi distribuiti nella stessa banda UHF, analogici o digitali, ricevuti nello stesso appartamento o in quelli dei vicini di casa.

Al fine di confermare la validità delle specifiche sotto questo punto di vista, è stata condotta una serie di misure di qualità sui canali adiacenti (con particolare riguardo ai canali N±1, N±2 e N±3), considerando un certo numero di prototipi di ripetitore caratterizzati da diverse risposte in frequenza. Il rischio maggiore è infatti che la selettività del filtro utilizzato dal dispositivo non impedisca la reirradiazione, oltre al canale DVB-H desiderato, anche delle repliche dei canali adiacenti, presenti alla presa d'antenna e quindi inviati all'ingresso del ripetitore. È stato pertanto verificato se queste repliche, attenuate dalla

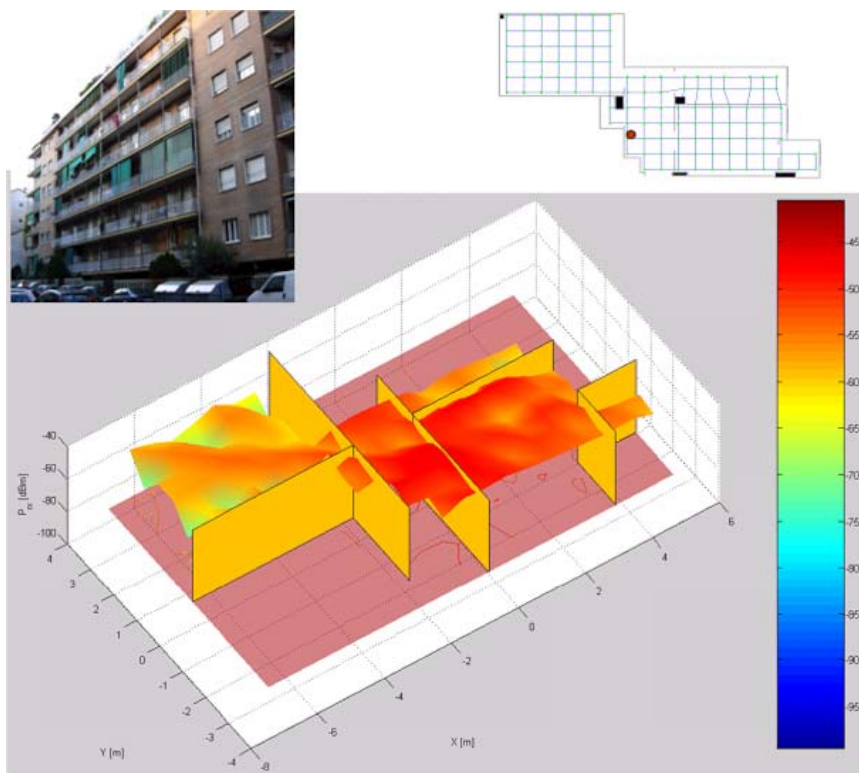



Fig. 9 – Copertura misurata in un appartamento reale.

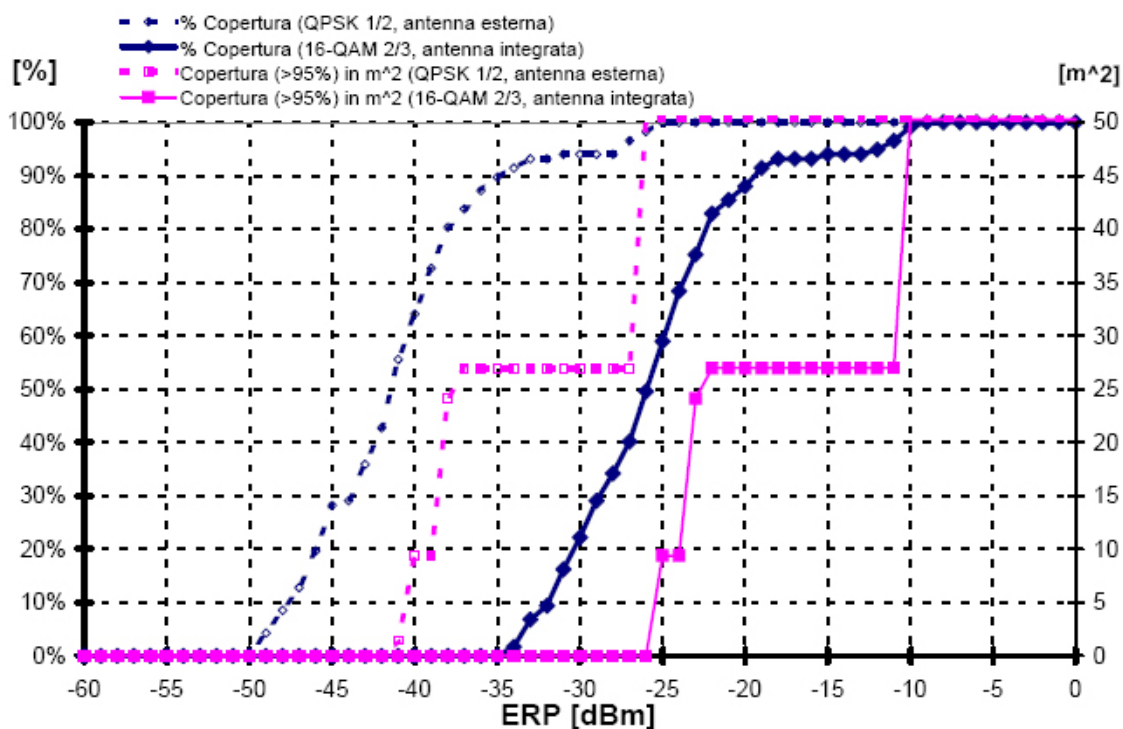



Fig. 10 – Copertura in un appartamento reale al variare della ERP.

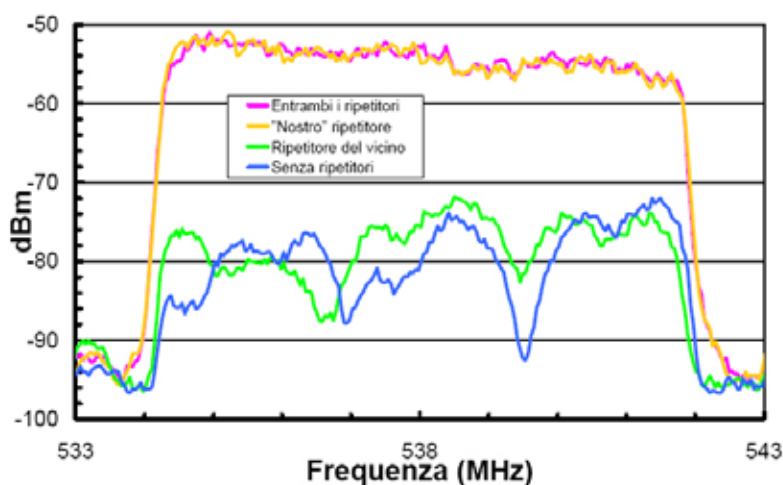



Fig. 11 – Spettri di potenza del segnale generato da due ripetitori domestici.

Fig. 12 – Spettro di potenza dei segnali all'ingresso del ripetitore domestico.

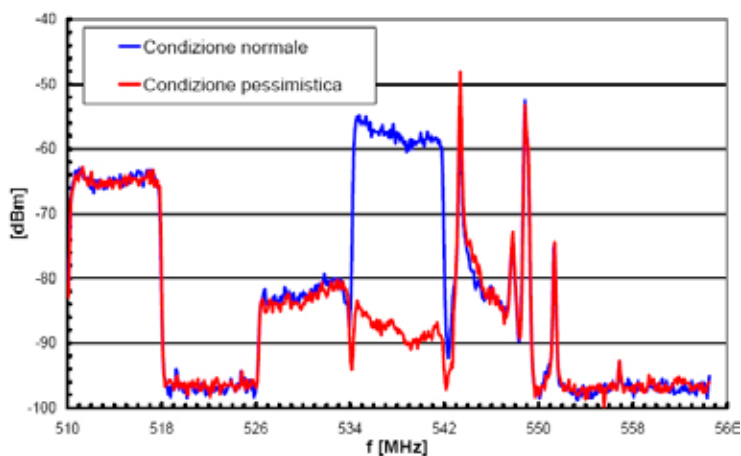
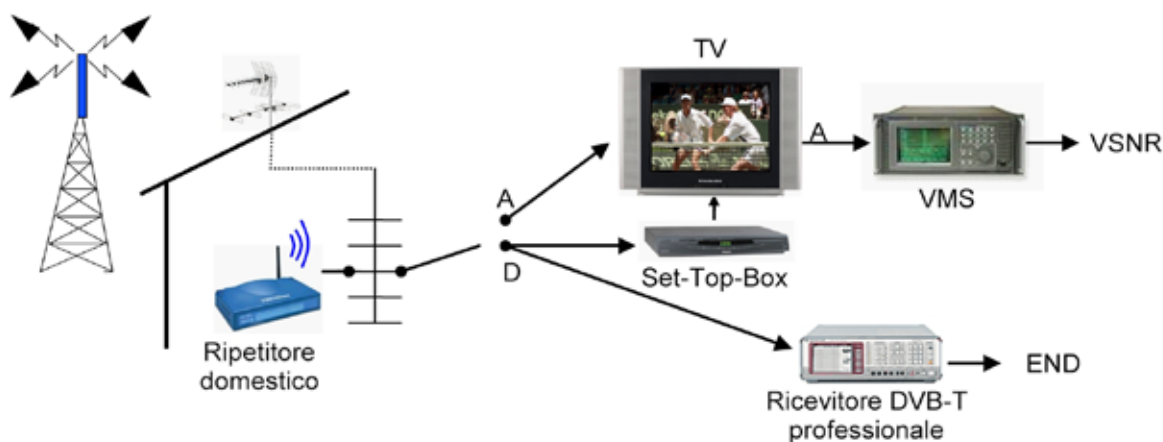



Fig. 13 – Valutazione dell'interferenza su altri servizi TV - Scenario 1.

risposta in frequenza del filtro, sommandosi al segnale utile normalmente ricevuto dal televisore possono degradare la qualità dell'immagine percepita dall'utente.

Sono stati considerati diversi scenari, tra i quali i più significativi sono i seguenti:

- ◊ Televisore (o STB DVB-T) collegato ad un'altra presa dell'impianto centralizzato d'antenna;
- ◊ Televisore (o STB) collegato ad un'antenna amplificata indoor, in un'altra stanza rispetto al ripetitore DVB-H domestico, con un solo muro di separazione e ad una distanza di 3 m.

L'entità del disturbo è stata valutata sui canali adiacenti sia soggettivamente, sulla base della qualità dell'immagine percepita dall'utente, sia oggettivamente, misurando la riduzione del rapporto segnale/rumore video (VSNR) nel caso di segnali analogici, o la riduzione del rapporto segnale/rumore alla soglia di ricezione (END) nel caso di segnali digitali.

Tipicamente, i segnali DVB-H sono pianificati con livelli di campo elettromagnetico più elevati rispetto ai servizi televisivi tradizionali. Tuttavia, il disturbo sugli altri servizi è stato valutato anche in un caso particolarmente critico, in cui i canali adiacenti sono ricevuti nell'impianto d'antenna con livello 30 dB superiore rispetto al canale DVB-H. L'entità della potenziale interferenza dipende infatti anche dai livelli relativi dei segnali in ingresso al ripetitore: maggiore è il livello dei canali adiacenti rispetto al canale utile, maggiori saranno le repliche reirradiate.

Lo spettro di potenza dei segnali all'ingresso del ripetitore domestico è mostrato nella figura 12: si noti in particolare la presenza di un canale analogico (RaiDue, canale 30) adiacente al canale DVB-H da ritrasmettere (canale 29, frequenza cen-trale 538 MHz).

3.2.1 Scenario 1: TV collegato a impianto centralizzato d'antenna

Questo scenario, riportato nella figura 13, permette di valutare eventuali problemi causati dalla limitata schermatura dei componenti dell'impianto di distribuzione.

Sono state considerate più tipologie di impianti centralizzati, con componenti resistivi (utilizzati in vecchie installazioni) o induttivi.

In tutti i casi, la riduzione del VSNR sul canale analogico adiacente è risultata inferiore a 1 dB, non percepibile dall'utente, mentre non è stato registrato alcun degradamento sui canali digitali.

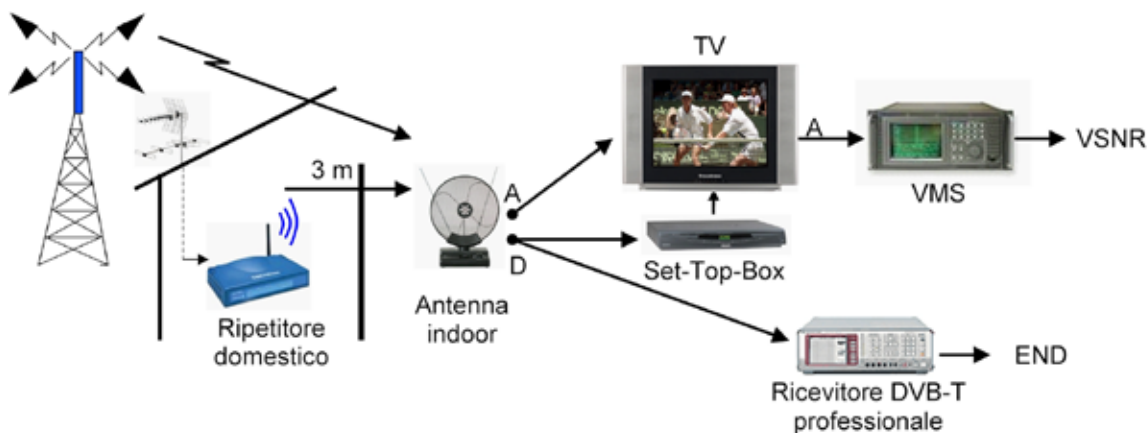



Fig. 14 – Valutazione dell'interferenza su altri servizi TV - Scenario 2.

3.2.2 Scenario 2: altra stanza, TV collegato ad antenna indoor

In questo scenario, riportato nella figura 14, il vicino di casa sta guardando la televisione in una stanza adiacente a quella in cui è installato il ripetitore DVB-H domestico, separata da una sola parete, ed utilizza per la ricezione televisiva un'antenna amplificata indoor posta ad una distanza di 3 m rispetto all'antenna trasmittente del ripetitore.

In queste condizioni, utilizzando prototipi di ripetitore domestico con risposta in frequenza in accordo con le specifiche, il VSNR sul canale analogico adiacente superiore (N+1) si è mantenuto entro 2 dB (valore compatibile con la precisione della misura, tenendo conto anche della variabilità delle condizioni di ricezione nel caso di antenna indoor), senza percepibile degradamento della qualità dell'immagine.

Si è inoltre verificato che non si registrano degradamenti visibili sull'immagine neanche utilizzando un segnale d'ingresso al ripetitore secondo le condizioni pessimistiche indicate nella figura 12, ovvero con canale adiacente con livello di 30 dB maggiore del canale DVB-H. Questa condizione è riportata nella figura 15, che mostra lo spettro

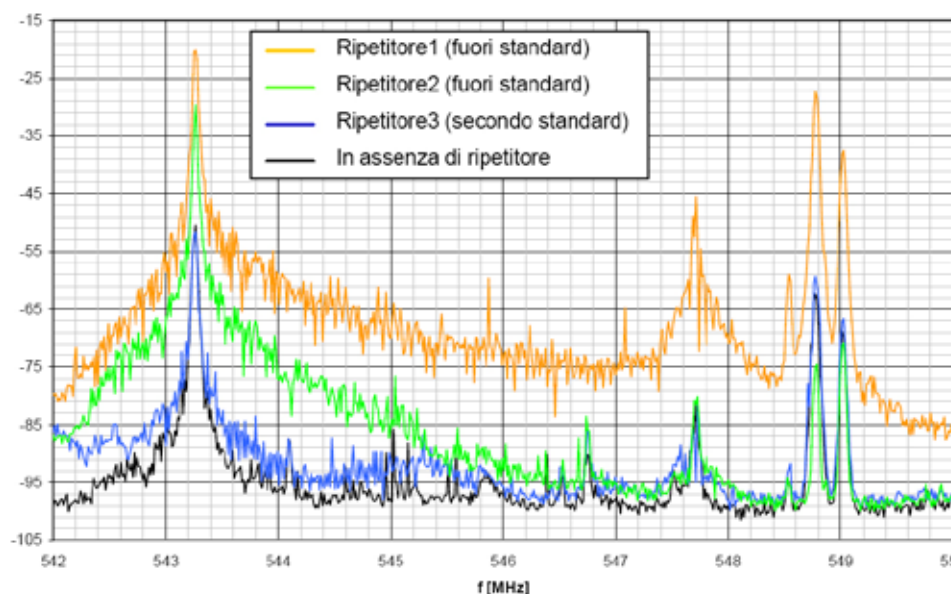



Fig. 15 – Canale analogico adiacente superiore: spettro di potenza con e senza ripetitore DVB-H domestico – Scenario 2, condizione pessimistica.

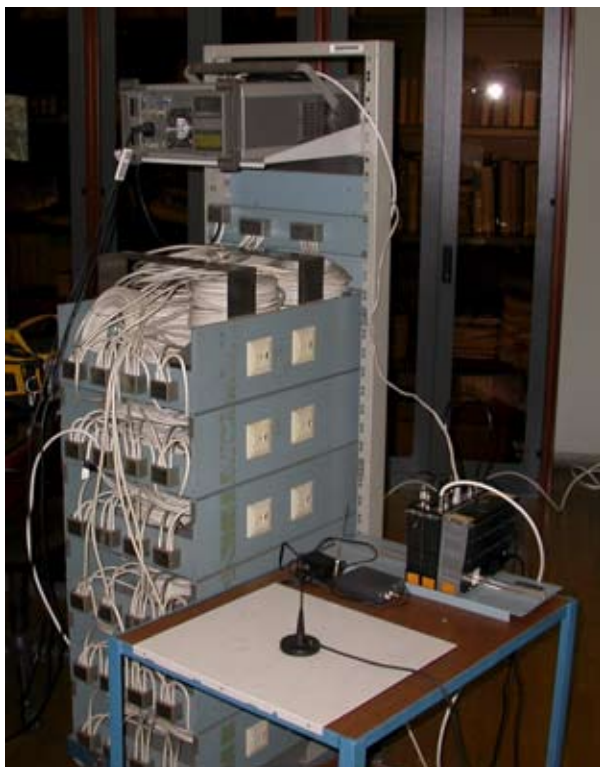



Fig. 16 – Oscillazione del ripetitore DVB-H domestico riprodotta in laboratorio.

di potenza del solo canale analogico adiacente utilizzando diversi prototipi di ripetitore. La curva blu, relativa all'unico dispositivo dei tre raffigurati che rispetta la risposta in frequenza raccomandata dallo standard, è quasi sovrapposta alla curva nera, relativa al segnale ricevuto in assenza di ripetitore nella stanza adiacente (in particolare, si può osservare che la portante video non è amplificata), a dimostrazione dell'assenza di significative repliche reirradiate.

Utilizzando invece gli altri due prototipi (relativi alle curve verde e arancione), che non rispettano lo standard, curiosamente la qualità dell'immagine sul televisore, almeno nel caso in esame, è risultata migliorata anziché peggiorata dal ripetitore: ciò significa che il segnale del canale adiacente prelevato dall'impianto e reirradiato in locale era di qualità migliore rispetto al segnale ricevuto direttamente dal trasmettitore mediante l'antenna indoor. Si tratterebbe comunque di una condizione non accettabile, a causa della reirradiazione di altri segnali, potenzialmente disturbanti, oltre al canale DVB-H.

Per quanto riguarda i segnali digitali, anche in questo scenario non è stato rilevato alcun disturbo.

3.3 Oscillazione del ripetitore e controllo automatico di potenza

Il problema delle auto-oscillazioni in un ripetitore DVB-H domestico è comune per tutti i ripetitori che ritrasmettono sulla stessa frequenza del segnale ricevuto. Il fenomeno deriva generalmente dall'accoppiamento tra l'antenna di trasmissione e quella di ricezione, che crea un feedback tra uscita e ingresso del sistema producendo una serie di echi. Se il guadagno di anello è unitario il sistema oscilla in modo costante, se è maggiore di 1 il sistema diventa instabile, mentre occorre mantenerlo minore di 1 per il corretto funzionamento del ripetitore.

Nel caso in esame, dal momento che il ripetitore domestico è tipicamente collegato ad un'antenna sul tetto dell'edificio, sufficientemente lontana dall'antenna trasmittente, il segnale irradiato potrebbe rientrare all'ingresso dell'amplificatore attraverso i componenti dell'impianto centralizzato d'antenna (prese, cavi, derivatori) qualora questi presentino un'insufficiente schermatura.

3.3.1 Effetti dell'oscillazione del ripetitore

Gli effetti dell'oscillazione del ripetitore sono stati riscontrati nel corso di misure in un appartamento reale, utilizzando un prototipo privo di meccanismo di controllo automatico di potenza. La condizione è stata successivamente riprodotta in laboratorio, ponendo l'antenna di trasmissione sufficientemente vicina ai componenti dell'impianto (figura 16). L'effetto risultante è visibile nello spettro di potenza riportato nella figura 17.

La condizione di oscillazione del ripetitore do-

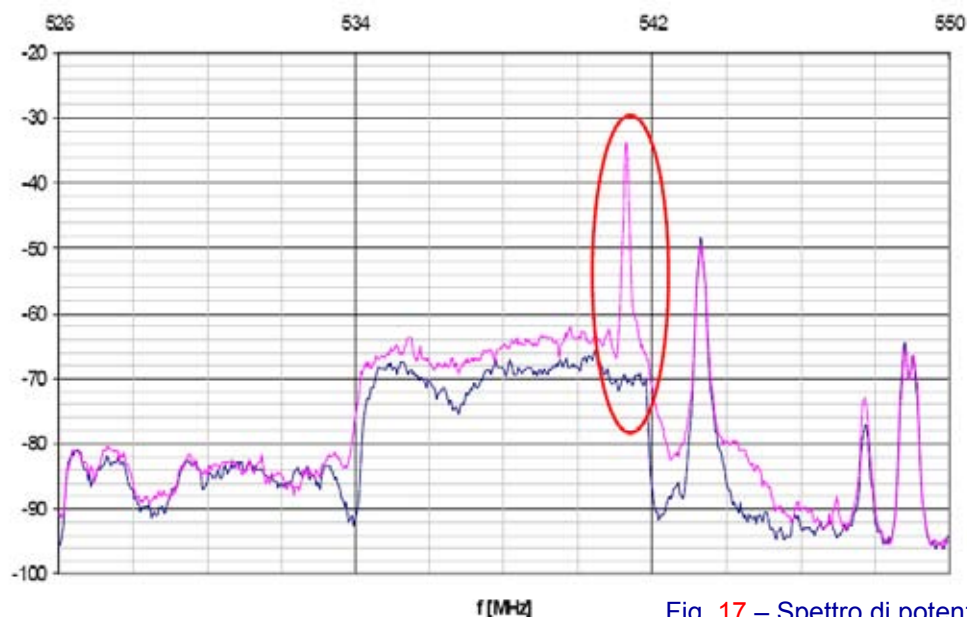



Fig. 17 – Spettro di potenza all'uscita di un ripetitore domestico in oscillazione

mestico deve essere assolutamente evitata: il disturbo generato sul canale DVB-H non avrebbe soltanto effetti nell'appartamento in cui il dispositivo è installato ma, attraverso l'impianto centralizzato, si propagherebbe all'ingresso di tutti gli altri eventuali ripetitori del condominio sintonizzati sullo stesso canale. Inoltre, mentre è stato verificato che l'oscillazione non disturba altri servizi televisivi analogici o digitali ricevuti dalle prese dell'impianto d'antenna, potrebbe causare interferenze in caso di ricezione con antenna amplificata indoor: i possibili effetti sull'immagine televisiva (canale analogico adiacente superiore) sono mostrati nella figura 18.

La presenza di un meccanismo di controllo automatico della potenza emessa è pertanto necessaria.

Fig. 18 – Effetti dell'oscillazione di un ripetitore DVB-H domestico sul canale TV analogico adiacente ricevuto da antenna amplificata indoor.
a) Senza ripetitore, b) Con ripetitore in oscillazione

3.3.2 Verifica sperimentale del meccanismo di controllo automatico di potenza

L'algoritmo di controllo automatico descritto nella figura 5 è stato verificato in laboratorio su di un prototipo di ripetitore domestico, al fine di valutarne la rispondenza alle specifiche indicate nel paragrafo 2.6 sia in una situazione ottimale che in presenza di condizioni di innesco dell'oscillazione o di diverse possibili cause di degradamento del segnale d'ingresso (mancanza di segnale, rumore, interferenze, ecc.).

In particolare, è stato verificato il corretto funzionamento del dispositivo nei casi ritenuti rappresentativi della maggior parte delle condizioni di lavoro:

◊ Fase di attivazione del ripetitore domestico, per verificare il corretto incremento controllato della potenza d'uscita, con segnale d'ingresso di buona o cattiva qualità (C/N alto o basso), con buono o insufficiente isolamento dell'impianto (e conseguente rischio di oscillazione), in assenza o presenza di interferenza impulsiva;

◊ Degradamento introdotto partendo da una situazione di normale operatività, per verificare la reazione del dispositivo a mutate condizioni ambientali, in presenza di interferenza impulsiva, di degradazione brusca o graduale del C/N, di mancanza del segnale d'ingresso, di condizioni di oscillazione.

I tempi di reazione del dispositivo si sono rivelati soddisfacenti e compatibili con i requisiti.

4. Conclusioni

L'utilizzo di ripetitori domestici per migliorare la copertura indoor dei segnali DVB-H rappresenta un'alternativa valida e poco costosa, soprattutto nella fase di introduzione del servizio, all'installazione capillare di trasmettitori cittadini da parte del broadcaster. Questa soluzione consente infatti di rendere il servizio immediatamente disponibile nelle abitazioni degli utenti interessati e superare le problematiche legate alla ricezione indoor nei piani bassi degli edifici.

Dal momento che questi dispositivi, installati autonomamente dall'utente, irradiano nella banda UHF, è prioritario garantire che non siano in alcun modo generate interferenze che potrebbero disturbare la ricezione, nello stesso appartamento e nel vicinato, dei normali programmi televisivi analogici o digitali distribuiti nella stessa banda, o di altri servizi. Per questa ragione, uno specifico standard da sottoporre all'ETSI è in corso di preparazione presso il DVB. In particolare, è richiesto ai ripetitori domestici un filtraggio selettivo del canale DVB-H ed è necessaria l'adozione di un meccanismo di controllo automatico della potenza emessa basato sulla qualità del segnale d'uscita, al fine di prevenire la trasmissione di segnali potenzialmente disturbanti.

Misure sperimentali, condotte sui primi prototipi di ripetitore domestico realizzati da aziende del settore, hanno permesso di verificare l'adeguatezza delle specifiche (e in alcuni casi di affinarle) in termini di area di copertura, interferenza verso altri servizi, problematiche di auto-oscillazione, ecc.

Si ritiene quindi che questa soluzione sia tecnologicamente matura e, non appena lo standard sarà stato approvato dall'ETSI, i ripetitori DVB-H domestici potranno essere disponibili per l'utente finale.

Bibliografia

1. ETSI: “Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission Systems for Handheld Terminals”, EN 302 304 V1.1.1, Novembre 2004.
2. A. Bertella, P. Casagranda, D. Milanesio, M. Tabone: “Il sistema DVB H per la TV mobile”, “Elettronica e Telecomunicazioni”, n° 3, Dicembre 2005.
3. ETSI: “Digital Video Broadcasting (DVB); DVB H Implementation Guidelines”, EN 102 377 V1.2.3, Marzo 2007.
4. C. Migliardi: “Il DVB H e la TV Mobile: nuovi contenuti per nuove modalità di fruizione”, Tesi di Laurea in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione, Torino, Luglio 2006.
5. S. Mason: “Mobile TV – Results from the DVB-H trial in Oxford”, EBU Technical Review, Aprile 2006.
6. J. Mäki: “Finnish Mobile TV Pilot: Results”, http://www.mobiletvforum.com, Agosto 2005.
7. G. Alberico, A. Bertella, D. Milanesio, S. Ripamonti, B. Sacco, V. Sardella, M. Tabone, P.B. Forni: “Urban transmitters and domestic gap-fillers for DVB H”, IBC’07, Amsterdam, Settembre 2007.
8. C. Caudera, D. Mereu: “Gap Filler domestici per segnali DVB-H – Valutazione sperimentale delle prestazioni e analisi dei requisiti tecnici”, Politecnico di Torino, Tesi di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Aprile 2007.

Sistema per la produzione automatica di servizi Audio e Video per Mobile TV e Mobile Web

ing. Gino **Alberico**,
ing. Paolo **Casagranda**,
ing. Alberto **Messina**,
ing. Francesco **Russo**

Rai
Centro Ricerche e
InnovazioneTecnologica
Torino

Sommario

Questo articolo descrive un innovativo sistema prototipale sviluppato per creare servizi multimediali indirizzati ad utenti mobili, partendo da contenuti d'archivio selezionati ed elaborati automaticamente o da User Generated Contents. Il sistema si rivolge sia alla TV Mobile su DVB-H sia al Web Mobile, tecnologie che convivono nei cellulari di ultima generazione. L'articolo descrive inoltre due servizi sperimentali pilota basati sul sistema prototipale, entrambi disponibili nell'area di Torino. Il primo servizio consiste nella creazione automatica di un canale tematico di notizie che utilizza contenuti estratti dai telegiornali regionali, il secondo permette di distribuire User Generated Contents.

1. Introduzione

Nel corso degli ultimi anni, in molti paesi europei, sono stati lanciati diversi trial DVB-H e alcuni servizi commerciali di TV Mobile [1] da cui emerge, da parte dell'utenza, una richiesta di contenuti aggiuntivi e alternativi alla semplice riproposizione dei canali TV generalisti. Ad esempio sembrerebbero molto apprezzati canali tematici, oppure canali realizzati con contenuti dinamici di breve durata, fruibili nei brevi intervalli di tempo a disposizione durante l'uso in condizioni di mobilità [2,3]. I terminali/telefoni per la TV mobile non sono solo dei piccoli televisori ma dei "nuovi media" a tutti gli effetti, e, in linea con quanto M. McLuhan aveva previsto, necessitano di nuovi contenuti.

Inoltre, i telefoni cellulari utilizzati per la TV Mobile sono oramai dotati anche di diverse tecnologie wireless, quali GPRS, UMTS o Wi-Fi, attraverso le quali l'utente può attivare connessioni bi-direzionali a banda larga e collegarsi a portali ove può accedere a servizi "on-demand" o interattivi. Pertanto, grazie alla complementarietà delle reti broadcast DVB-H e delle reti mobili 3G (o Wi-Fi) bi-direzionali, si può realizzare un'infrastruttura di rete geograficamente e funzionalmente pervasiva adatta al cosiddetto "ambient media delivery".

Tuttavia, la costruzione di nuove infrastrutture di rete, basate su tecnologie sia di tipo broadcast (DVB-H) sia di rete mobile (3G), comporta elevati investimenti a fronte di ricavi incerti, in un mercato non ancora maturo e con un numero relativamente basso di clienti. Analogamente, le risorse economiche per la produzione di contenuti audiovisivi specifici per una nuova piattaforma di TV Mobile sono ingenti. Per tali motivi si sono esplorate le possibilità per fornire, a basso costo, contenuti aggiuntivi alla semplice ripetizione di canali TV già esistenti, attraverso lo sfruttamento di materiale d'archivio, riutilizzo di contenuti esistenti e utilizzo di contenuti generati da utenti (UGC, User Generated Contents). In particolare sono stati identificati due scenari applicativi in cui si realizzano due canali trasmessi nel pacchetto di servizi di TV mobile diffuso tramite DVB-H nell'area di Torino: un canale di news regionali (carousel) e un canale Video Blog basato su User Generated Contents.

Nell'articolo viene descritto un innovativo sistema prototipale per la creazione automatica, la pubblicazione e la messa in onda di canali "tematici" specifici per l'impiego su piattaforme di TV Mobile. Il sistema consente anche la pubblicazione dei contenuti su un sito "Mobile-Web", realizzando così un primo passo nell'integrazione di diversi "nuovi media". Si noti che nell'articolo si fa riferimento alla tecnologia DVB-H [4, 5, 6] in quanto, oltre ad essere oggetto della sperimentazione, è stata anche esplicitamente indicata dalla Commissione Europea come standard per la TV mobile. Tuttavia, i servizi e il sistema prototipale

Acronimi e sigle

Sigla	Descrizione
DVB	Digital Video Broadcasting, consorzio nato in Europa per la creazione di standard globali televisivi e di trasmissione dati. Da qui nascono, tra gli altri, lo standard DVB-H per la TV Mobile e il DVB-T per la televisione ditale terrestre. (www.dvb.org)
DVB-H	Digital Video Broadcasting to Handheld, definito dal consorzio DVB e standardizzato nella specifica ETSI EN 302 304 e seguenti.
CBMS	Convergence of Broadcast and Mobile Services, sottogruppo del consorzio DVB che si occupa della creazione di specifiche e linee guida per la cooperazione tra piattaforme di telecomunicazioni diffusive e mobili
ESG	Electronic Service Guide, la guida elettronica ai servizi utilizzata da DVB-H, definita dal gruppo DVB CBMS.
FLUTE	File Delivery over Unidirectional Transport Protocol, descritto in RFC3926, protocollo per il trasporto di file su canale unidirezionale, scelto dal gruppo DVB TM-CBMS per la TV Mobile su DVB-H.
H.264	detto anche AVC (Advanced Video Coding) o MPEG-4 Part 10, descritto nel documento ISO/IEC 14496-10, + un formato di compressione video ad elevata efficienza.
MBMS	Multimedia Broadcast Multicast Services, protocollo all'interno dello standard UMTS per i servizi multicast e broadcast.
MJPEG	Motion JPEG, formato di compressione del video.
PCM	Pulse Code Modulation, formato digitale per la codifica dell'audio.
QVGA	Quarter VGA, risoluzione corrispondente a 320 x 240 pixel.
RTP	Real Time Transport Protocol, protocollo internet per il trasporto in tempo reale di video, audio e dati.
SDTV	Standard Definition Television, formato televisivo a definizione standard, tipico di sistemi televisivi analogici o digitali a 576 linee e simili.
UGC	User Generated Contents, i contenuti creati direttamente dagli utenti.
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System, è lo standard di terza generazione per le telecomunicazioni mobili digitali.

descritti nel seguito sono ugualmente applicabili (con eventuali modifiche o limitazioni) anche ad altre piattaforme quali ad esempio il T-DMB, il sistema MediaFLO della società Qualcomm o la tecnologia UMTS-MBMS.

2. Contenuti

La Rai produce tre edizioni giornaliere per venti Telegiornali Regionali, incluse le rubriche meteo, con un rilevante impegno di risorse articolato su tutto il territorio nazionale. Ciascuna edizione è strutturata secondo uno schema che prevede dopo la sigla un primo sommario delle principali notizie della durata di circa 1 minuto, seguita dai servizi completi relativi alle varie notizie e in chiusura il meteo. Poiché, nel caso della TV mobile, la durata di circa 20 minuti dell'edizione completa viene ritenuta spesso eccessiva dagli utenti, si è partiti dall'idea di utilizzare il solo sommario iniziale dei TG-R realizzando un canale con tutti i sommari delle 20 regioni ripetuti in sequenza (modalità carousel) in un blocco della durata di circa 20-25 minuti (comprendendo opportuni clip separatori tra una regione e l'altra). In questo modo, mentre sui canali tradizionali la fruibilità territoriale di ciascun TGR è attualmente limitata su base regionale, nel servizio TV mobile l'utente avrebbe a disposizione ogni mezz'ora un sommario con le notizie della propria regione aggiornato all'ultima edizione disponibile. Così facendo è possibile anche valorizzare un potenziale interesse di pubblico presumibilmente assai vasto, legato da un lato ai flussi migratori che hanno caratterizzato il nostro paese nel recente passato e dall'altro alla mobilità di fine settimana e dei periodi di vacanza.

Inoltre, tramite connessione a larga banda su rete mobile, dal telefono DVB-H è possibile accedere a una pagina web con maggiori approfondimenti, associata al servizio di News Regionali.

Un'altra tipologia di contenuti attualmente molto popolari e utilizzati nella sperimentazione di nuovi servizi riguarda i contenuti generati dagli utenti, i cosiddetti UGC. Ci sono ormai diversi siti Web che mettono a disposizione spazio e strumenti per la pubblicazione e la ricerca di tali contenuti UGC, un esempio per tutti come riferimento è il sito di YouTube. L'ipotesi del canale UGC Video Blog per la TV mobile nasce dall'idea che i video clip più popolari fruiti solitamente in modalità "on-demand" hanno di solito un numero di accessi tale da giustificarne la trasmissione in un canale broadcast come quello DVB-H. Il sistema prototipale si basa sul presupposto di avere già un'infrastruttura per la raccolta e la pubblicazione su Web di contenuti UGC con i relativi metadati: in particolare durante la sperimentazione ci si è avvalsi di una collaborazione con l'agenzia AdnKronos (sezione del sito "Secondo te"). Dal repository Web si selezionano manualmente, e questo è l'unico ma importante intervento "umano" nel processo, i video-clip ritenuti validi e interessanti e con opportune transcodifiche e adattamenti si procede alla schedulazione/trasmissione su DVB-H nonché alla pubblicazione su Mobile-Web.

Entrambi i servizi di News Regionali (carousel) e UGC Video Blog sono in onda dall'area di Torino da giugno-settembre 2007.

3. Descrizione del sistema

Il sistema prototipale descritto nel seguito consente di creare servizi multimediali indirizzati ad utenti mobili in modo quasi automatico, partendo da UGC o contenuti di archivio selezionati e trasformati automaticamente. Questo sistema è stato ideato sia per servizi diffusivi di Mobile TV su DVB-H sia per Mobile Web interattivo su reti 3G. Entrambi i servizi sono indirizzati a dispositivi handheld. L'intervento umano è necessario solo in operazioni di alto livello come la validazione dei contenuti e il controllo sulla qualità.

Il sistema è flessibile nei suoi componenti centrali, in quanto è in grado di rivolgersi ad un'ampia varietà di servizi indirizzati alla diffusione su Mobile TV e alla pubblicazione sul web.

Il funzionamento di base del sistema prevede la

messa in onda sequenziale di una serie di videoclip, in una modalità chiamata carousel (figura 1). Il ciclo di trasmissione prosegue indefinitamente, con aggiornamenti continui.

Due tipi di servizio A/V sono stati creati e dimostrati; il primo consiste nella generazione di un carousel di videoclip di news, con contenuti d'archivio, il secondo nella creazione di carousel usando videoclip fornite dagli utenti (UGC).

Il sistema è stato implementato usando componenti con le seguenti funzionalità:

- Cattura e taglio automatici delle news da archivio (in questo modo vengono generati i videoclip sorgenti)
- Raccolta dei metadati relativi ai videoclip; i metadati possono essere forniti dal broadcaster (nel caso delle News Regionali) o contenute in file XML forniti dagli utenti (nel caso UGC)
- Adattamento del formato dei videoclip sorgenti alla trasmissione sul canale di Mobile TV. E' inclusa la transcodifica del videoclip da alto bitrate e alta risoluzione ad un formato compatibile con i ricevitori utilizzati
- Adattamento del formato del videoclip sorgente per la pubblicazione su web
- Generazione di metadati in formato adatto alla trasmissione e pubblicazione sul web, e creazione dei Title Clip per ogni videoclip sorgente
- Schedulazione dei videoclip per la trasmissione
- Trasmissione e pubblicazione del servizio

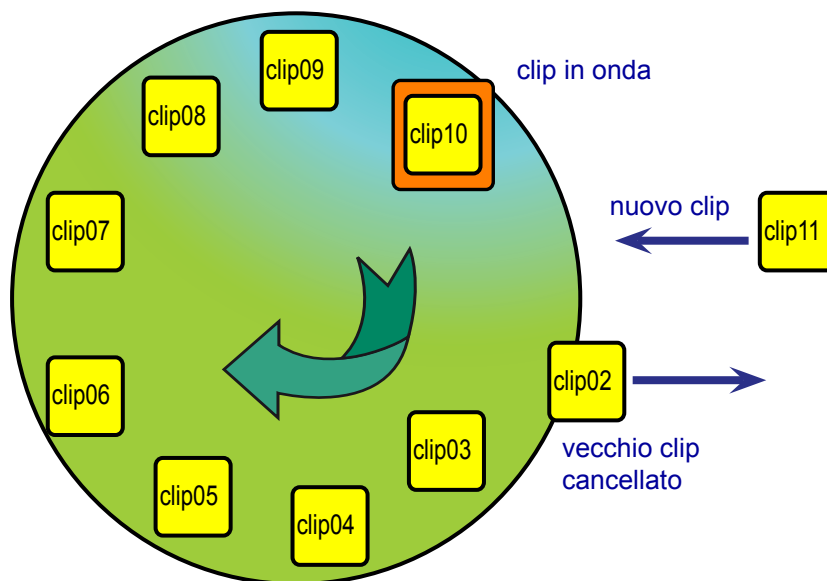



Fig. 1 – Ciclo di trasmissione dei videoclip.

Le funzioni sopra descritte necessitano chiaramente di una supervisione, che validerà i clip rispetto ai requisiti editoriali del Broadcaster o del Service Provider. La funzionalità di Cattura e taglio automatici nel caso degli UGC non è presente.

L'architettura generale del sistema è illustrata in figura 2.

Il blocco "Videoclip sorgenti" dipende dallo scenario implementato: UGC o News Regionali nel caso dei Servizi Pilota.

Lo scenario UGC utilizza il web per veicolare i clip generati dagli utenti. La seguente figura chiarisce lo scenario UGC (figura 3):

Nello scenario UGC, i videoclip non necessitano di cattura e taglio automatici, in quanto sono caricati direttamente da un sito ftp.

Nello scenario News Regionali, il componente Grabber si occupa della cattura e taglio automatici. Le funzioni del Grabber sono due. In primo luogo, estrae segmenti di contenuti d'archivio pre-registrati che contengono le News da elaborare. L'estrazione avviene per ognuna delle 20 sedi Regionali Rai, attraverso la rete intranet. In secondo luogo, il Grabber taglia in modo preciso

3GPP H264/AAC Encoder
- Trascodifica
- Titolazione

Streaming Server
Generazione del carousel

Sistema DVB-H

MUX
Modulazione
Trasmissione

Rete DVB-H

Content Management
Scheduling & Monitoring

Rete IP

Generazione dei
Title Clip

Amministrazione
Remota

Repository per
Videoclip sorgenti

Rete IP

Videoclip sorgenti
(Lanci delle News
Regionali o UGC)

Torino capitale del design
Categoria:Documentario
Durata: 120s, Data:20.2.2008
New Entry!

Prossimi clip:
Marcia degli alpini
Ricetta del gazpacho
Sciare a Sestriere
Partita di calcio Carisio

Title Clip animato

Fig. 2 – Schema architetturale del sistema.

il segmento di contenuti A/V, in modo tale che il clip inizi esattamente quando inizia il TGR, e finisca esattamente alla fine dei lanci delle notizie. La figura 4 illustra schematicamente l'estrazione delle notizie:

Nel processo di taglio delle News Regionali, un punto critico è la qualità dei clip sorgenti, che non deve solo essere sufficiente per l'adattamento al mezzo di pubblicazione: deve anche consentire un preciso riconoscimento automatico.

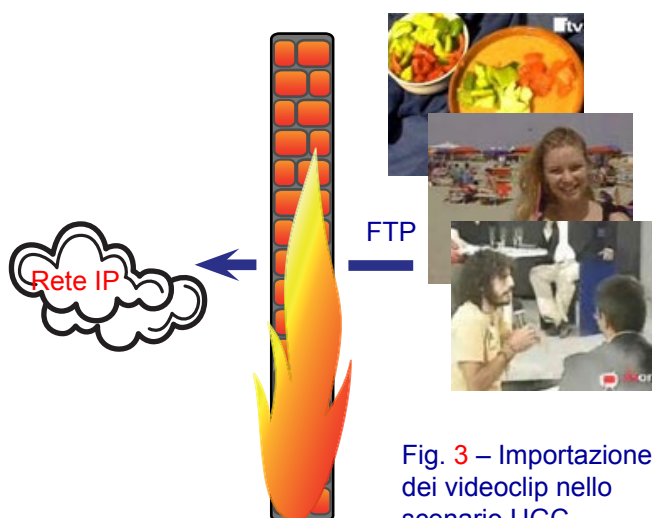



Fig. 3 – Importazione dei videoclip nello scenario UGC.

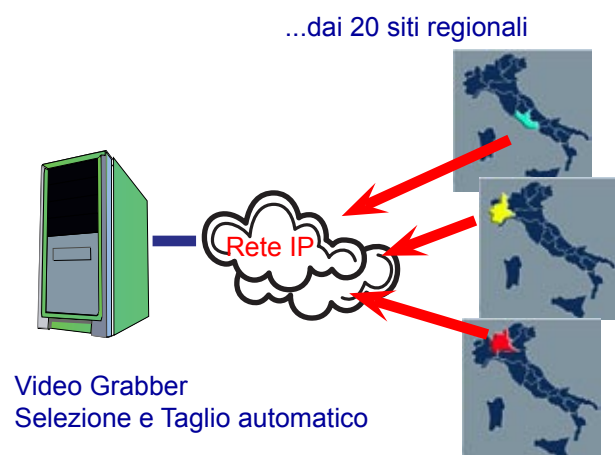



Fig. 4 – Importazione dei videoclip nello scenario News Regionali.

Una volta caricati e tagliati, i clip sorgenti devono essere codificati nel formato finale (adatto al mezzo di fruizione). Una scelta di progetto è stata l'utilizzo di un formato intermedio per l'archiviazione dei contenuti. Scegliendo opportunamente i parametri di codifica del formato intermedio, la grandezza del clip diminuisce, richiedendo meno spazio di archivio e tempi di trasferimento su rete più rapidi. Questa scelta influisce solo sullo scenario News Regionali, in quanto gli UGC arrivano generalmente con una qualità inferiore. Dopo alcuni test, è stato scelto il formato intermedio SDTV MJPEG a 4Mbps, con audio stereo PCM a 16 bit e 44 kHz, ad un bitrate di 1.5 Mbps, che consente un'ottima riduzione al formato per la TV Mobile (di solito QVGA H.264). L'adattamento al Mobile Web è più semplice al momento, in quanto un maggior numero di formati è adatto ai dispositivi finali; d'altra parte la grandezza del clip deve essere limitata per accelerare la velocità di download (e limitarne il costo): per questo è stato adottato un bitrate inferiore a quello scelto per la TV Mobile.

Per il mezzo TV Mobile, le informazioni sui videoclip trasmessi possono essere inviate agli utenti in due modi. Il primo consiste nell'uso della Guida Elettronica ai Servizi (DVB CBMS ESG, [7]), che consente un aggiornamento dinamico della descrizione dei contenuti trasmessi. Tuttavia la maggior parte dei terminali disponibile durante la presente ricerca non consentiva un veloce aggiornamento dinamico della ESG. Il secondo modo, qui considerato complementare e non alternativo al primo, consiste nell'uso di Title clip trasmessi prima del clip al quale si riferiscono; il Title clip presenta una lista scorrevole con metadati rilevanti come titolo, categoria, durata e informazioni sui clip successivi.

I metadati per la parte Mobile Web includono un piccolo frame del videoclip catturata automaticamente, insieme a tutte le informazioni utili su titolo, categoria, durata. Inoltre, l'interattività intrinseca del web permette le funzionalità aggiuntive di votazione del clip e ricerca nell'archivio dei clip.

La natura broadcast della TV Mobile rende invece necessario predisporre la schedulazione e messa in onda dei clip. Il prototipo usa un componente realizzato ad hoc, lo Schedulatore, che permette la schedulazione flessibile dei clip, come descritto nei paragrafi successivi. Lo Schedulatore controlla gli streaming server permettendo lo stream continuo dei contenuti e l'aggiunta dinamica di nuovi clip, senza intervento umano né pause durante il servizio. La piattaforma DVB-H raccoglie quindi i pacchetti RTP e la ESG su FLUTE [8] e li incapsula nella trama DVB-H, pronti per la distribuzione ai siti di trasmissione.

Nel caso del Mobile Web, l'ultimo passo del sistema consiste nella pubblicazione su web dei clip e relativi metadati

4. Generazione automatica dei clip dagli archivi A/V

Nell'applicazione dedicata alle News Regionali, il sistema utilizza un algoritmo basato sull'analisi del contenuto audiovisivo per selezionare le clip da pubblicare. L'algoritmo sfrutta una tecnica di corrispondenza tra elementi video per identificare l'inizio esatto del programma ed una tecnica di tracciamento di caratteristiche visuali basata sull'analisi della componente di luminanza e di saturazione per identificare la fine della sezione del programma dedicata ai titoli di testa.

La tecnica di corrispondenza tra elementi video utilizza un semplice processo di aggregazione nel quale gli elementi video (inquadrature) da analizzare sono associati a schemi di inquadrature conosciuti, usando il paradigma detto del "vicino più prossimo". In pratica, un certo elemento X è classificato come un'istanza di un elemento conosciuto A se il processo di aggregazione determina che il suo vettore caratteristico x è più simile al vettore caratteristico a di A che non a qualsiasi altro vettore. Le caratteristiche estratte per questo processo sono gli istogrammi di colore, le firme di texture di Tamura [9], e parametri di attività temporale quali la differenza

pixel a pixel della componente di luminanza di immagini consecutive.

La tecnica di tracciamento sfrutta alcune conoscenze del particolare dominio applicativo per conseguire con successo il suo compito. In particolare, essa sfrutta la peculiare configurazione di layout grafico dei programmi News Regionali, che è costituita da un primo sommario nel quale alcuni spezzoni dei servizi che saranno presentati in seguito sono presentati in sequenza, racchiusi da un layout fisso di tipo letter-box. Il contributo da studio non è caratterizzato da questa configurazione, quindi tracciare gli elementi caratteristici di quest'ultima è equivalente ad identificare i confini del sommario, che costituisce proprio il contenuto che si vuole pubblicare.

In concreto, questo è fatto analizzando l'intensità luminosa di alcune aree campione dell'immagine (figura 5), e scatenando un taglio del contenuto in corrispondenza all'istante nel quale questa caratteristica scende al di sotto di una soglia fissata. Questa soglia è stata determinata empiricamente su un insieme di dati campione utilizzati per l'addestramento, con l'obiettivo di ottimizzare l'accuratezza del rilevamento.

Per misurare le prestazioni dell'algoritmo sviluppato, si sono fatti alcuni test su un insieme di dati di riferimento costituito da N clip, e definendo il seguente indicatore di qualità:

$$q = \frac{1}{N_+ + N_- + N_{ok}} \left(N_{ok} + \sum_{i=1}^{N_+} \frac{d_i}{d'_i} + \sum_{i=1}^{N_-} \frac{d'_i}{d_i} \right) \quad (1)$$

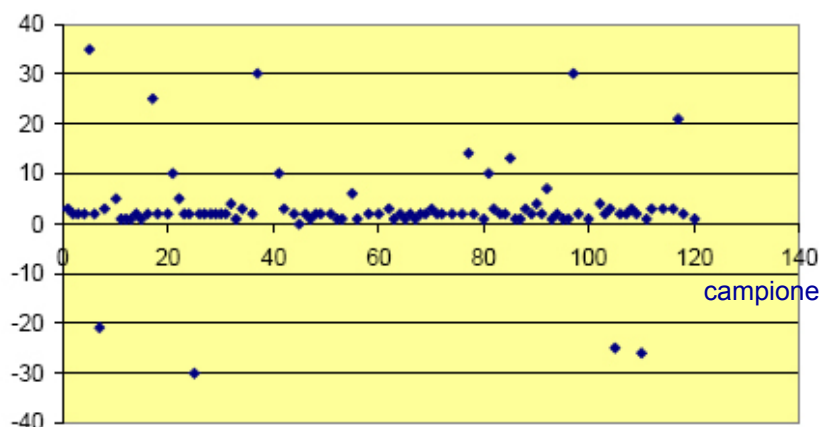



Fig. 5 – Aree campione sottoposte a tracciamento.

dove N_+ è il numero di clip contenenti materiale in eccesso (falsi positivi), N_- è il numero di clip con materiale mancante (falsi negativi), N_{ok} è il numero di clip rilevate correttamente. Ovviamente $N = N_+ + N_- + N_{ok}$. Inoltre, d_i è la vera durata della clip, d'_i è la durata rilevata dall'algoritmo. Il parametro q varia tra 0 e 1, e associa valori più bassi a rilevamenti di minor qualità.

L'errore totale medio di rilevamento è stato misurato in 2.8 secondi (con 8.5 secondi di deviazione standard). La figura 6 riporta la distribuzione dell'errore di rilevamento sull'insieme di dati di test. In ipotesi di distribuzione gaussiana per l'errore,

Fig. 6 – Distribuzione dell'errore di rilevamento.

si è stimato che la probabilità che un punto di taglio rilevato sia più distante di 15 secondi dal punto effettivo è di 0.076, corrispondente ad un indice di qualità q=0.83. La prestazione di un tagliatore che operi deterministicamente in corrispondenza della durata media osservata sullo stesso campione, si attesta attorno ad un indice di qualità pari a q=0.64. Questo prova l'efficacia e l'utilità della tecnica implementata, la quale si è anche dimostrata parimenti efficace nella fase di operatività del servizio.

5. Clip di titolazione per TV Mobile

Servizi A/V tematici della Mobile TV simili al Video Blog sono strutturati in modo da mandare in onda sequenzialmente i videoclip, nella modalità definita carousel. Il Content Provider (o il Service Provider) dovrà quindi creare uno stacco tra i videoclip. Quest'ultima avrà diverse funzioni, oltre alla separazione vera e propria: rifletterà lo stile editoriale del servizio, ad esempio con un logo del servizio o della rete, colori e una colonna sonora adatta; descriverà inoltre i videoclip che seguono, fornendo un punto di orientamento utile agli utenti.

Nel servizio Video Blog, i Title Clip sono creati automaticamente. Una pagina con il logo aziendale precede un elenco in movimento di informazioni sul clip: titolo, categoria, durata, data di creazione. Viene segnalato se si tratta di un clip mandato in onda per la prima volta (quindi di interesse particolare). Segue una lista dei clip che verranno mandati in onda successivamente (figura 7) La durata del Title Clip è di circa 10 secondi.

Durante il test dei servizi pilota, il Title Clip si è rivelato molto utile, presentando un veloce accesso alle informazioni di palinsesto.

Notiamo infine che l'informazione contenuta nel Title Clip può anche essere trasportata dalla Electronic Service Guide del DVB-H (definita nelle specifiche del DVB-H, [7]).

6. Schedulatore

Il sistema di produzione automatica di servizi A/V si basa su uno Schedulatore progettato ad hoc. Lo Schedulatore permette la pianificazione flessibile dello streaming di insiemi di clip, attraverso l'utilizzo di template. I servizi pilota descritti in precedenza sono inclusi come casi particolari, e più in generale sono stati previste tre diverse modalità di funzionamento:

- Playlist Statica,
- Playlist Dinamica
- Video Blog

La modalità Playlist Statica consente di creare manualmente liste statiche di clip da trasmettere. Questa funzionalità è simile a quella di default dello streaming server Darwin, e consente di mandare in esecuzione sequenzialmente la playlist. Questa modalità è utilizzabile ad esempio quando i tempi di schedulazione delle clip da trasmettere siano identici ogni giorno (caso piuttosto raro in realtà).

La modalità Playlist Dinamica è invece indirizzata alla definizione di un palinsesto giornaliero o settimanale. E' possibile specificare i videoclip da inserire nel palinsesto con diverse opzioni di messa in onda:

- Modalità Sincrona: Consente di specificare l'esatto orario di messa in onda. In caso di due videoclip consecutivi schedulati

Fig. 7 – Esempio di Title Clip.

in Modalità Sincrona, in generale ci sarà un intervallo tra la fine del primo e l'inizio del secondo, in quanto non è possibile conoscere a priori la durata di ciascun videoclip. Per questo è necessario specificare un padding clip, da mandare in onda in questo intervallo. Il padding clip verrà ripetuto un numero di volte sufficiente per colmare l'intervallo, e dovrà essere abbastanza breve, in modo da non causare ritardi eccessivi nella messa in onda del secondo videoclip. Esempi di padding clip sono il logo del servizio, oppure, nel caso del servizio pilota TG Regionali, informazioni sulla regione a cui le news seguenti si riferiranno. La Modalità Sincrona è particolarmente utile per creare servizi di cui sia necessario conoscere gli orari, come il servizio TG Regionali

- Modalità Mista: è possibile specificare l'orario di alcuni videoclip (Modalità Sincrona) e inserire altri elementi senza un orario specifico (Modalità Sequenziale), in modo che siano trasmessi sequenzialmente, in modalità carousel, fino al seguente elemento in Modalità Sincrona. Questa modalità è utile per creare carousel tematici in diverse time slot (es. UGC dalle 22:00 alle 23:00 e Show dalle 23:00 alle 23:30).

Esiste un'ulteriore modalità di trasmissione, la Modalità Video Blog, che consente di mandare in streaming sequenzialmente un numero prefissato di videoclip, in modalità carousel, con la possibilità di inserimento dinamico di nuovi video clip. La lunghezza del carousel è determinata dal numero di videoclip selezionati. L'attuale imple-

Fig. 8 – Pagina Web per il Video Blog.

mentazione prevede la selezione dei videoclip più recenti: se un nuovo videoclip è stato inserito nel carousel, il più vecchio viene eliminato. Quando un nuovo videoclip è disponibile, perché appena selezionato tra quelli inviati dagli utenti, gli viene assegnata una priorità per la successiva schedulazione. Si è deciso di dare ai clip appena inseriti priorità massima: in questo modo verranno schedulati subito.

In questo modo, la Modalità Video Blog permette la trasmissione continua e l'aggiornamento dinamico del palinsesto. Una caratteristica saliente della Modalità Video Blog è la possibilità di associare un videoclip introduttivo ad ogni videoclip UGC. Questo videoclip introduttivo (Title Clip nel seguito) verrà trasmesso immediatamente prima del videoclip UGC a cui si riferisce, e conterrà, ad esempio, il logo del servizio, alcune informazioni sul videoclip UGC e una lista dei videclip che seguiranno. Il sistema prototipale realizzato permette la creazione automatica dei Title Clip, partendo dai metadati associati a ciascun clip UGC, cioè titolo, descrizione, categoria, durata e data di creazione; la lista di schedulazione prelevata dallo Schedulatore permette inoltre di inserire una breve lista dei clip seguenti.

Per tutti i servizi pilota realizzati con il sistema prototipale (per ora il servizio Regionale e il Video Blog), contemporaneamente alla creazione delle playlist per il broadcast, viene aggiornato anche un sito web mobile, accessibile via GPRS/UMTS/HSDPA che conterrà una selezione molto più ampia dei videclip, insieme agli stessi metadati. Si veda in figura 8 un esempio della presentazione Mobile Web del Video Blog.

Lo schedulatore può essere controllato in remoto utilizzando la sua interfaccia http. Da qui è possibile seguire l'andamento delle schedulazioni con un Monitor (figura 9, in cui l'elemento evidenziato è in streaming)

Si noti che nel Servizio Pilota è stata implementata una strategia di schedulazione molto semplice,

Fig. 9 – Interfaccia dello schedulatore: sequenza di schedulazione.

Titolo	Categoria	Durata	Data
Degrado dell'ex centrale del latte di Firenze	Informazione	0:36	21/03/2008
Farmacia Chiusa..	Amatoriale	1:47	19/03/2008
Milano, mercato di via Papiniano	Amatoriale	0:55	16/03/2008
Vittoria della Juve a Milano	Sport	1:23	06/03/2008
Parcheggi devastati	Amatoriale	0:48	28/02/2008
Sottopasso di Roma	Amatoriale	0:35	24/02/2008
Incendio in una palazzina a Torino	Informazione	1:25	04/02/2008

che consiste in un First In First Out (FIFO) per i clip già inseriti nel palinsesto, e in un Last In First Out (LIFO) per i clip nuovi, presumibilmente più interessanti per gli utenti. Si è quindi ipotizzato che il numero di clip inseriti quotidianamente sia molto più piccolo dei clip già in onda.

7. Scalabilità del sistema

Relativamente alla scalabilità del sistema, il Servizio Pilota più critico è sicuramente il Video Blog, in quanto il numero di videoclip ricevuti e la loro schedulazione sono potenzialmente imprevedibili. Il sistema è stato messo alla prova con reali UGC inseriti da utenti e, in generale, può funzionare senza problemi con diverse decine di videoclip al giorno. Un servizio molto popolare avrebbe probabilmente diverse centinaia di video blogger pronti a contribuire con i loro filmati, e per fronteggiare a situazioni simili il sistema è stato progettato per essere facilmente espanso. Prenderemo in esame nel seguito alcuni punti critici riguardanti la scalabilità.

In primo luogo, il sistema richiede un numero molto limitato di encoder. Le richieste vengono serializzate e viene utilizzato un solo encoder H.264 per servizio. Se il numero di video ricevuti dagli utenti aumentasse e fosse necessario mandare in onda i videoclip con i relativi Title Clip in breve tempo, due encoder sarebbero più che sufficienti per un singolo servizio.

In secondo luogo, lo Schedulatore non necessita di modifiche, se non nelle strategie di messa in onda, al crescere del numero dei videoclip: ogni servizio A/V disporrà di un proprio Schedulatore.

In terzo luogo, la parte Mobile Web del sistema è costituita da clip compressi (pochi MB generalmente): i moderni sistemi di storage permettono di archiviarne centinaia di migliaia.

8. Conclusioni

In questo articolo è stato descritto un innovativo sistema prototipale per la creazione automatica, la pubblicazione e la messa in onda di canali “tematici” specifici per l’impiego su piattaforme di TV mobile. Il sistema permette di recuperare ed elaborare automaticamente materiale audio-video d’archivio, oppure generato dagli utenti, e predisporne lo streaming secondo un palinsesto definibile attraverso diverse strategie di schedulazione. Vengono illustrati gli scenari applicativi che trovano applicazione come due canali nel pacchetto di servizi di TV Mobile diffuso in DVB-H nell’area di Torino: un canale di News Regionali (carousel) e un canale Video Blog basato su User Generated Contents. Oltre alla diffusione sulla rete DVB-H il sistema prototipale descritto consente anche la pubblicazione dei contenuti su un sito “Mobile Web”, realizzando così un primo passo nell’integrazione di diversi “nuovi media”.

Bibliografia

1. Sito DVB-H Global Mobile TV, ultimo accesso 1 Aprile 2008, www.dvb-h.org
2. G. Alberico, P. Casagranda, C. Migliardi: “DVB-H e Mobile TV: nuovi contenuti per nuove modalità di fruizione”, Elettronica e Telecomunicazioni, ERI, Aprile 2007
3. Dr. Shani Orgad: “This box was made for walking”, London School of Economics, Novembre 2006
4. “Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)”, ETSI EN 302 304, ETSI, Novembre 2004
5. “DVB-H Implementation Guidelines”, ETSI, ETSI TR 102 377, Novembre 2005

6. "DVB Specification for data broadcasting", ETSI EN 301 192, ETSI, Novembre 2004

7. "IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG)", ETSI TS 102 471, ETSI, Novembre 2006

8. T. Paila, M. Luby, R. Lehtonen, V. Roca, R. Walsh: "FLUTE - File Delivery over Unidirectional Transport", RFC 3926, IETF, Ottobre 2004

9. Tamura, H., Mori, S., Yamawaki, T.: Texture features corresponding to visual perception. IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, 8(6):460-473, 1978

Il Sistema DVB-SH per la TV Mobile

Paolo **Casagranda,** Arturo **Gallo,** Silvio **Ripamonti**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

1. Introduzione

Il DVB-SH (vedi [1]...[5]) è una soluzione completa, a tecnica ibrida di trasmissione (satellite e terrestre), per la radiodiffusione indirizzata alla Mobile TV.

La Mobile TV è già stata integrata sull'esistente infrastruttura della telefonia cellulare con una modalità di fruizione di tipo punto a punto (unicast). Questa modalità di fruizione di mobile TV non è tuttavia affatto ottimizzata se, nel contesto di una rete cellulare progettata per il servizio mobile, si vuol fornire lo stesso contenuto contemporaneamente a molti utenti.

Per rendere possibile l'accesso contemporaneo si è quindi pensato di sovrapporre una rete di radiodiffusione broadcast (tipica della TV) alla rete cellulare, con funzione complementare alla rete di distribuzione punto punto (tipica della rete cellulare).

Tuttavia l'implementazione di una rete per la mobile TV con copertura nazionale richiede tempi lunghi e notevoli risorse tecniche ed economiche.

In questo scenario la trasmissione da satellite è una sicura alternativa per la copertura totale (nazionale) del territorio in quelle zone prive di ostacoli fisici

Sommario

Una piattaforma sperimentale, dimostrativa della tecnologia DVB-SH (Digital Video Broadcast to Satellite Handheld), è stata implementata a Torino (Italia) nel corso del 2008 e il 2009 in stretta collaborazione tra Alcatel-Lucent, Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica, H3G e Eutelsat.

Gli obiettivi principali di questa sperimentazione sono stati la valutazione delle prestazioni del sistema DVB-SH nei vari ambienti di propagazione (indoor, all'aperto, in movimento ...) e la verifica delle tecniche di radio-pianificazione sviluppate

come case, vegetazione, etc.; per gli altri ambienti, quali le zone urbanizzate più o meno densamente popolate, le valli particolarmente strette etc., ove la rete satellitare non è sempre disponibile, la copertura effettuata con una rete di radiodiffusione broadcast di terra rimane la scelta più appropriata.

Con queste premesse è stato sviluppato tra il 2006 ed il 2007 all'interno del consorzio DVB, un nuovo sistema per il mobile che si basa sul concetto di trasmissione ibrida satellitare/terrestre e che ha preso il nome di DVB-SH; le alte prestazioni di questa nuova tecnologia di trasmissione sono in grado superare i limiti dovuti agli specifici e forti vincoli di una copertura satellitare (come il requisito della sensibilità del ricevitore che deve essere elevato se si lavora vicino al limite di Shannon, e le condizioni di mascheramento del segnale ricevuto in ricezione mobile dovuto agli ostacoli circostanti), ottenendo così una forte continuità del servizio del tutto uguale (se non migliore) alla soluzione "solo rete terrestre".

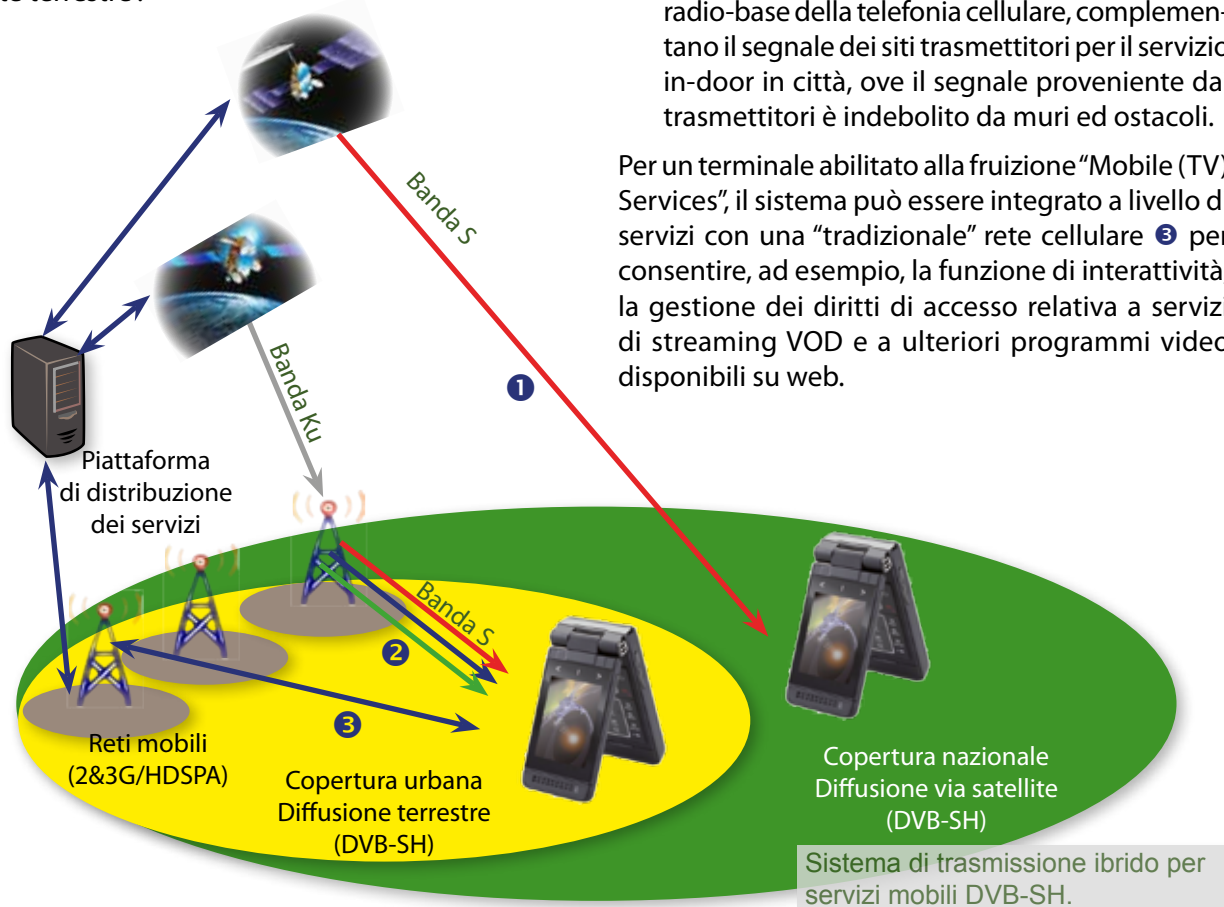
Sistema di trasmissione ibrido per servizi mobili DVB-SH.

2. Descrizione del sistema

Nella figura qui sotto è riportata una vista ad alto livello della soluzione a tecnica ibrida di trasmissione DVB-SH.

L'architettura di rete di questo sistema ibrido satellitare/terrestre, che consente anche la modalità di funzionamento SFN), comprende:

- Un segmento "spaziale" (spazio-terra) costituito da satelliti geo-stazionari di alta potenza per la copertura mobile all'aperto a livello nazionale (❶ nella figura),
- Una rete "terrestre" di trasmettitori di alta potenza e di ripetitori a più bassa potenza per la copertura negli ambienti urbani. I trasmettitori, generalmente situati al di fuori del contesto urbano, hanno una funzione di copertura ad "ombrello" dell'area urbana ed ripetitori ❷, situati nelle aree urbane e co-situati con le stazioni radio-base della telefonia cellulare, complementano il segnale dei siti trasmettitori per il servizio in-door in città, ove il segnale proveniente dai trasmettitori è indebolito da muri ed ostacoli.

Per un terminale abilitato alla fruizione "Mobile (TV) Services", il sistema può essere integrato a livello di servizi con una "tradizionale" rete cellulare ❸ per consentire, ad esempio, la funzione di interattività, la gestione dei diritti di accesso relativa a servizi di streaming VOD e a ulteriori programmi video disponibili su web.

Grazie alla flessibilità del sistema, la tecnologia SH può essere utilizzata anche per servizi solo via satellite o solo terrestre.

Il DVB-SH è stato studiato per operare nella banda di frequenza 2170-2200 MHz (S-band), che è stata assegnata al Servizio Mobile via Satellite (MSS) nel 1992; oggi tale banda è parzialmente allocata negli USA (2007) ed è in processo di assegnazione in UE.

Questa banda di frequenza è adiacente alla banda di frequenza utilizzata dall'UMTS, il che consente una efficace integrazione, con riduzione dei costi, sia a livello di terminale sia a livello di rete cellulare e terminali.

Il DVB-SH è saldamente radicato sullo standard DVB-H, di cui riutilizza le tecnologie chiave : modulazione OFDM, Time Slicing, IP Datacasting.

Due miglioramenti di fondamentale importanza sono stati introdotti per eliminare il più possibile le criticità di sistema ovvero l'introduzione di:

- Uno schema di codifica di canale molto efficiente (Turbo Codici) ereditato dalle più avanzate tecnologie di telefonia cellulare mobile UMTS
- Un potente e flessibile sistema di interlacciamento nel tempo con profondità temporale senza precedenti (fino a decine di secondi) ottenibile a livello fisico oppure in combinazione tra livello fisico e di link layer.

L'interfaccia radio del DVB-SH interfaccia radio è stata progettata per supportare gli "Enablers" di applicazione come definiti dai gruppi TM-CBMS del DVB ed OMA-BCAST.

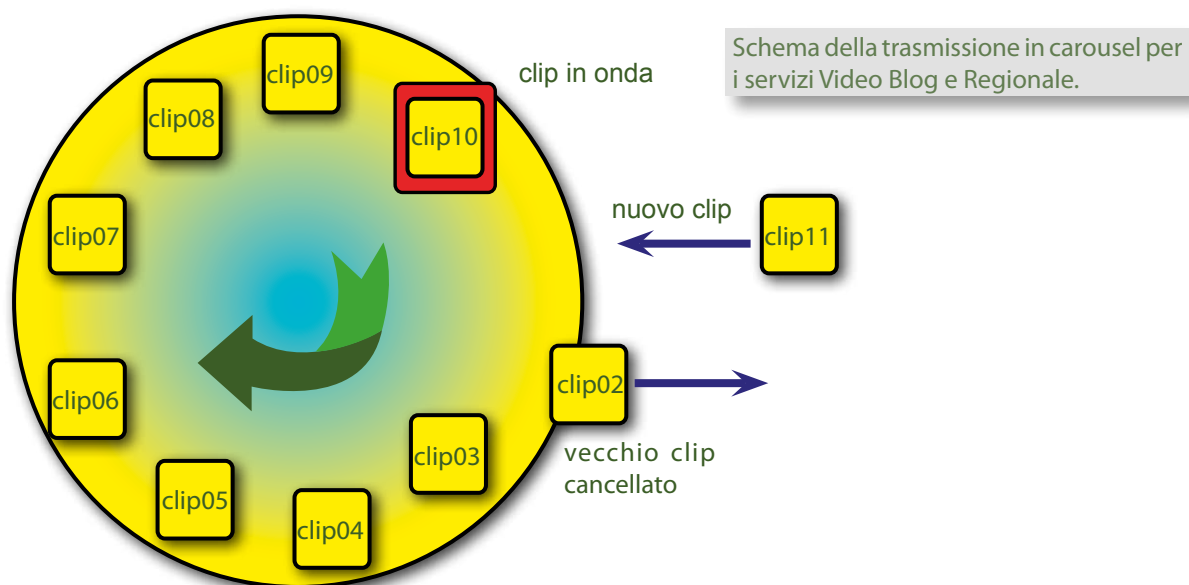
3. Servizi per il sistema DVB-SH

Alcuni servizi creati per la TV Mobile (sia DVB-H o DVB-SH) dimostrano le possibilità di questa tecnologia, in particolare esamineremo servizi live, servizi generati automaticamente e servizi di databroadcasting.

Acronimi e sigle

Sigla	Significato
DVB	Digital Video Broadcasting, (www.dvb.org)
DVB-H	Digital Video Broadcast to Handheld
DVB-SH	Digital Video Broadcast to Satellite Handheld
EPG	Electronic Program(me) Guide
IP	Internet Protocol
MSS	Mobile Satellite Service
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OMA-BCAST	Open Mobile Alliance - Mobile Broadcast Services Enabler Suite
SFN	Single Frequency Network
TM-CBMS	Technical Module - Convergence of Broadcast and Mobile Services
UGC	User Generated Contents
VOD	Video On Demand
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System

I servizi Audio/Video Live inseriti nel bouquet dimostrativo sono Rai4, Rai Gulp, RaiNotizie24 e Rai Storia. I contenuti, presi dalla programmazione giornaliera digitale della Rai, sono ricodificati per essere compatibili con le specifiche DVB-SH (Video QVGA, bitrate tra i 200kbps e i 350kbps, audio AAC+ oppure AMR-WB). Questi contenuti sono così a disposizione di chi voglia fruirne in mobilità o semplicemente in un luogo diverso da quello in cui si trova il televisore di casa o il proprio PC. La tecnologia DVB-SH permette, in condizioni di copertura, di ricevere immagini e audio di qualità digitale.

Sono stati creati anche due servizi dimostrativi per la TV Mobile generati essenzialmente in modo automatico: il servizio **Video Blog** e **Rai Regionale**. La costruzione di nuove infrastrutture di rete, basate su tecnologie sia di tipo broadcast (DVB-SH o DVB-H) sia di rete mobile (3G), comporta elevati investimen-

Schema della trasmissione in carousel per i servizi Video Blog e Regionale.

ti a fronte di ricavi incerti, in un mercato non ancora maturo e con un numero relativamente basso di clienti. Analogamente, le risorse economiche per la produzione di contenuti audiovisivi specifici per una nuova piattaforma di TV Mobile sono ingenti. Per tali motivi si sono esplorate le possibilità per fornire, a basso costo, contenuti aggiuntivi alla semplice ripetizione di canali TV già esistenti, attraverso lo sfruttamento di materiale d'archivio, e l'utilizzo di contenuti generati da utenti (UGC). In particolare sono stati identificati due scenari applicativi: un canale di news regionali (Rai Regionale) e un canale Video Blog basato su UGC [2].

Il servizio Video Blog trasmette in modo continuo videoclip di durata limitata (massimo 10 minuti) prodotti dagli utenti, raccolti dal web, selezionati dall'editore e trasmessi in modo continuo. Nella figura riportiamo un'illustrazione del concetto di carousel per la trasmissione continua dei contenuti.

Il servizio Rai Regionale utilizza i lanci delle news prodotti nelle 20 regioni italiane, ognuno di un minuto circa, per creare blocchi di informazioni di circa 20 minuti, che forniscono una panoramica dei fatti più importanti accaduti in ogni regione, mentre la fruibilità degli attuali TG Regionali è attualmente limitata su base regionale. Il blocco informativo è continuamente aggiornato e ritrasmesso (carousel) a intervalli regolari (es. ogni 30 minuti) in modo tale che l'utente sappia quando trovare le informazioni aggiornate di suo interesse.

Si noti che per i servizi generati automaticamente l'intervento umano può essere limitato alla scelta dei contenuti e della veste editoriale, e al controllo della qualità servizio.

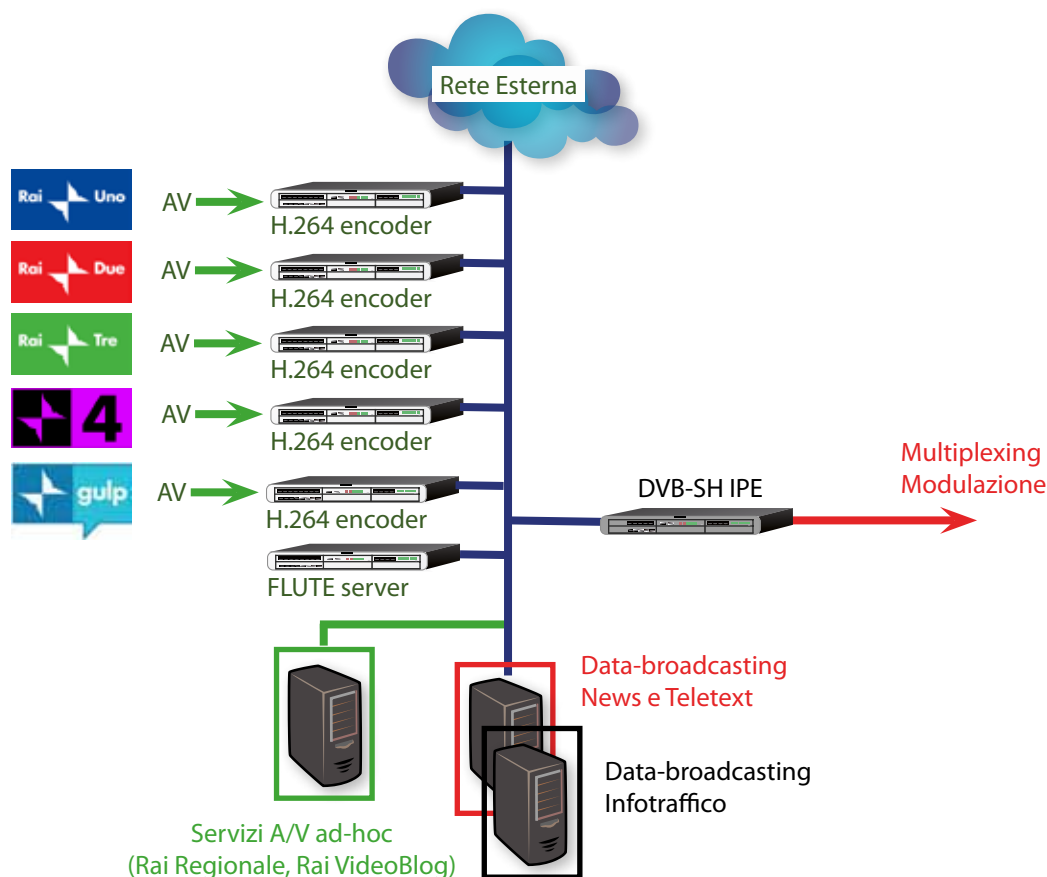
La trasmissione di dati sul canale diffusivo (data-broadcasting), infine, offre molte possibilità per la creazione di servizi utili: Guida ai Servizi, News, Info-traffico, Previsioni meteo… La tecnologia DVB-SH offre la possibilità di trasmettere dati in modo molto flessibile, utilizzando il protocollo FLUTE [5], analogamente a DVB-H. Le informazioni sul traffico sono un esempio particolarmente significativo, che coniuga l'efficienza del data-broadcasting alla peculiarità della ricezione in movimento su terminali veicolari o portatili.

Lo schema di principio dell'architettura utilizzata per generare i servizi dimostrativi è nella figura seguente.

I servizi live sono presi direttamente dai canali della TV Digitale Terrestre e ricodificati in modo compatibile con DVB-SH. I servizi vengono completate con le informazioni sul palinsesto date dalla Guida ai Servizi (analoga alla EPG Digitale Terrestre), se disponibili. Componenti di editing automatico, transcodifica, schedulazione e streaming server si occupano di gestire i canali prodotti automaticamente (Rai Regionale e Rai Video Blog). Altri server raccolgono, impaginano e trasmettono le informazioni per i servizi di News, Teletext e Infotraffico, trasmessi in data-broadcasting.

Tutte le informazioni così generate vengono inviate su pacchetti UDP ad un gateway DVB-SH (o DVB-SH IP Encapsulator) che le rende adatte alla successiva modulazione.

Bibliografia

1. Sito "Global Mobile TV", ultimo accesso 18 Agosto 2009, , www.dvb-h.org
2. G. Alberico, P. Casagranda, C. Migliardi: "DVB-H e Mobile TV: nuovi contenuti per nuove modalità di fruizione", Elettronica e Telecomunicazioni, ERI, Aprile 2007
3. "Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)", ETSI EN 302 304, ETSI, Novembre 2004
4. "System Specifications for Satellite services to Handeld devices (SH) below 3GHz" ETSI TS 102 585, ETSI, Luglio 2007
5. T. Paila, M. Luby, R. Lehtonen, V. Roca, R. Walsh: "FLUTE - File Delivery over Unidirectional Transport", RFC 3926, IETF, Ottobre 2004

"Elettronica e Telecomunicazioni",
nata nel 1952 come "Elettronica e Televisione Italiana", è una rivista quadrimestrale di Rai Eri realizzata dal Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, sul cui sito è disponibile gratuitamente dal 2001.

Il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica (CRIT) della Rai nasce a Torino nel 1930 come "Laboratorio Ricerche" e dal 1960 ha sede in Corso Giambone 68. Successivamente assume la denominazione "Centro Ricerche" e, dall'ottobre 1999, quella attuale.
L'attività del Centro è coordinata dalla Direzione Strategie Tecnologiche.
Alla nascita, tra i suoi obiettivi ha la progettazione e realizzazione di impianti ed apparati di nuova concezione, non reperibili sul mercato. I profondi cambiamenti nello scenario delle telecomunicazioni hanno stimolato la trasformazione del Centro.
Ha ricevuto riconoscimenti a livello internazionale per i contribuiti forniti alle attività di studio e normalizzazione dei sistemi per la codifica dei segnali audio e video in forma digitale, allo sviluppo delle tecniche di compressione dei segnali attualmente alla base dei sistemi di trasmissione e registrazione dei segnali video, alla definizione degli standard di diffusione e trasmissione DVB.
Il Centro contribuisce all'evoluzione delle tecnologie relative al sistema radiotelevisivo e multimediale e supporta il Gruppo nelle scelte di indirizzo tecnologico e nella fase di sperimentazione e introduzione in esercizio di nuovi prodotti e sistemi. E' attivo in numerosi progetti finanziati in ambito europeo e nazionale e collabora con Università e Industrie per l'attività di ricerca, per la definizione dei nuovi standard e lo sviluppo dei nuovi servizi.

Rai Radiotelevisione S.p.A.
Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Corso E. Giambone, 68 - I 10135 Torino
www.crit.rai.it